Q.
554.7
G283s

University of Illinois
at Urbana-Champaign
Library
Geology

gr. Q. 92

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/studienuberdiewa00gelm

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XIV, N° 7.

STUDIEN ÜBER DIE WANDERBLÖCKE

UND DIE

DILUVIALGEBILDE RUSSLANDS.

VON

G. v. Helmersen.
Mitgliede der Akademie.

(Mit 10 Tafeln.)

Lu le 10 décembre 1868.

ST.-PÉTERSBOURG, 1869.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg,
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, et Jacques Issakof;

à Riga,
M. N. Kymmel;

à Leipzig,
M. Léopold Voss.

Prix: 2 Rbl. = 2 Thlr. 7 Ngr.

K. OBERBERGAMTS-
BIBLIOTHEK
HALLE.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences

Septembre 1869. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Berichtigungen.

Seite 3. Statt divorita glaciarum lies: divortium glacierum.
» 5. Zeile 5 von unten, statt deren Fuss lies: dessen Fuss.
» 6. Zeile 16 von oben, statt Pertnowolok lies: Pertnawalok.
» 6. Fig. 7 zu streichen.
» 19. Statt Fig. 16 lies: Fig. 17.
» 23. Zeile 9 von unten, statt schneidet lies: schneidet,
» 35. Zeile 9 von unten, statt von einem — an einem.
» 42. Zeile 3 von oben, statt bildet lies: bilden und statt ist lies: sind.
» 42. Zeile 13 von oben, statt wird, lies: wird
» 42. Zeile 3 von unten, statt einer einer lies: einer
» 42. Zeile 9 von unten, statt Vaginatenkalksteins lies: Vaginatenkalkstein
» 42. Zeile 10 von unten, statt Schieferthons lies: Schieferthon und statt Ungulitensandsteins — Ungulitensandstein
» 43. Zeile 17 von oben, statt Quarzits — Quarzes.
» 43. Zeile 8 von unten bleiben die Worte «im Bohrloche» weg.
» 48. Zeile 5 von oben, statt Blocklehm lies: Blocklehm.
» 55. Zeile 5 von oben, statt Fig. 33 lies: Fig. 23.
» 57. Zeile 2 von unten, statt lacastris lies: lacustris
» 72. Fig. 47. zu streichen.
» 73. Zeile 13 von oben, statt Fig. 42 lies: Fig. 22, Tafel 6.
» 82. Zeile 1 von oben, nach dem Worte Chausseen ein Komma zu setzen.
» 88. Zeile 17 von unten, statt dem lies: in dem.
» 96. Zeile 16 von unten sind die am Schlusse derselben stehenden Worte: «als das süd» an den Anfang der 14. Zeile herüberzutragen.
» 96. Zeile 15 von unten ist nach dem Worte «Ende» das Wort «ist» hinzuzufügen.
» 129. Zeile 12 von oben, statt Meeres; lies: Meeres.

Inhaltsverzeichniss.

Seite.

Einleitung 1
Die Ablösung der Wanderblöcke von ihrer ursprünglichen Lagerstätte. 2
Die Grösse und Gestalt der Wanderblöcke 10
Die verschiedene Art des Vorkommens der Wanderblöcke. 16
Die grossen Geschiebe 17
Gerölle 21
Die in Sand und Lehm begrabenen Wanderblöcke unseres Diluvialbodens. 27
Notiz über neuere Untersuchungen im Gebiete der Glacial- und Postglacialformation in Estland und Schweden, von Mag. Fr. Schmidt 55
Von der absoluten und relativen Höhe, in welcher die Wanderblöcke und Gerölle und die anstehenden Felsmassen vorkommen, von denen sie abgelöst wurden. 65
Von den Schicksalen der Wanderblöcke in ihrer neuen Heimath 70
Von den Åsar. 82
Åsar im Olonezer Gebiete und in Finnland. 86
Von den Friktionsphänomenen oder den geschliffenen Felsflächen und den Schrammen 91
Schlussbemerkungen. 115
Anhang: Ueber grosse Blöcke am Nordufer Estlands und über den Transport von Granitblöcken bei Reval. 128
Beobachtungen über die Richtung der Schrammen 131

STUDIEN ÜBER DIE WANDERBLÖCKE

UND DIE

DILUVIALGEBILDE RUSSLANDS.

Die Ablösung der Wanderblöcke von der ersten Lagerstätte; ihre Gestalt und Dimensionen. Die Art ihres Vorkommens: freiliegende und im Diluvio begrabene Blöcke und Gerölle. Absolute und relative Höhe der Wanderblöcke und ihrer ursprünglichen Lagerstätte. Die Schicksale der Blöcke in der neuen Heimath. Die Åsar. Die Schiffflächen und Schrammen. Schlussbemerkungen über die Entstehungsweise der Diluvialmasssen und Schrammen.

Die Veränderungen des Erdballs, die seine allmähliche Entwickelung herbeiführten, sind zweierlei Art gewesen, zuerst unorganischer, später zugleich auch organischer Natur.

Zu den ersteren gehören, unter anderen, die in dem Erdinnern und in der Erdatmosphäre vorgegangenen Temperaturveränderungen, die wieder sehr wesentliche mechanische Veränderungen zur Folge hatten, wie z. B. die zerstörenden und bildenden Wirkungen der Wasser im flüssigen, wie im starren Zustande, wie wir sie noch heute an Flüssen, Meeresströmungen, Meereswellen und an Gletschern beobachten können. Und zu den interessantesten Veränderungen dieser Art, wegen ihrer Grossartigkeit und der Schwierigkeit einer genügenden Erklärung derselben, gehört der Hergang, vermöge dessen im Norden Europa's und Amerika's, in einer erst unlängst verflossenen geologischen Periode, ungeheure Massen von Gesteinstrümmern von dem Mutterfels abgelöst und in verschiedener Richtung fort in eine neue Heimath getragen wurden. In dieser kommen sie jetzt unter den verschiedensten Verhältnissen vor. Bald in der Gestalt grosser, scharfkantiger oder abgeschliffener Blöcke, die einzeln oder in Gruppen frei an der Erdoberfläche, oder am Strande der Meere und Seen liegen, oder wie das häufiger der Fall ist, in Sand und Lehm eingebettet, oder durch einen natürlichen Aufbereitungsprozess bereits aus ihnen herausgewaschen sind. Dann

auch in der Gestalt kleinen Gerölles, Sandes und Lehmes, dicke Lager der kolossalsten Ausdehnung, oder lange Wälle bildend.

Zu welcher Zeit und bis zu welcher Grenze im Süden, und auf welche Weise geschah dieser Transport, dessen Spuren auf der Oberfläche wir mit dem Namen der Friktionsphänomene bezeichnen, und genügen auch in diesem Falle die noch heute stattfindenden Veränderungen dieser Art: Transport der Blöcke durch Gletscher, durch schwimmendes Eis und durch Flüsse, um die erratischen Erscheinungen der früheren Periode zu erklären?

Das sind die Fragen, auf welche seit einiger Zeit die Antworten eifrig gesucht werden, nachdem ihre Lösung lange Zeit hindurch sehr kümmerlich behandelt worden war. Wie Darwin das Verdienst hat, die Frage von den organischen Veränderungen der Erde auf's neue und erfolgreicher als Lamarck angeregt zu haben, so Lyell in Bezug auf die unorganischen Veränderungen, und Charpentier und insbesondere Agassiz in Bezug auf die Frage der erratischen Phänomene.

Wenn ich in dem Nachstehenden einige Beobachtungen über die Wanderblöcke und das Diluvium Russlands und über die Friktionsphänomene mittheile, so geschieht es lediglich in der Absicht, Material zur Lösung jener Fragen zu liefern, und zwar in einer Folge, die mir die geeignetste scheint, um den Hergang von seinem ersten Anfange bis zum Ende übersichtlich zu verfolgen, wie das im Titel des Aufsatzes angedeutet ist. Am Schlusse mag auch mir gestattet sein, die Erklärung dieser grossartigen Erscheinungen zu versuchen, so weit dazu die Vorgänge ausreichen, die noch heutzutage auf der Erde in Thätigkeit sind. Des Unerklärten bleibt aber für's Erste noch genug.

I.

Die Ablösung der Wanderblöcke von ihrer ursprünglichen Lagerstätte.

Die Wanderblöcke Russlands gehören den drei, genetisch verschiedenen Gesteinsklassen an: den sogenannten eruptiven (massigen, krystallinischen), den metamorphischen und den sedimentären. Die grösste Mehrzahl derselben fällt der ersten dieser Klassen zu und besteht aus verschiedenen Arten von Granit, Syenit, seltener Diorit und Porphyr. Vulkanische Gesteine kommen gar nicht vor, und wenn Strangways unter den Wanderblöcken des St. Petersburger Gouvernements Basalt angiebt, so beruht diess auf einer ungenügenden Bestimmung eines einzigen Stückes, das man auf der Strasse von St. Petersburg nach Moskwa gefunden haben soll [1]).

1) Schriften der Kais. Russ. Mineral. Gesellschaft zu St. Petersburg. Bd. I, p. 53.

Unter den Gesteinen der zweiten Klasse sind besonders häufig: Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzit, Kieselschiefer, besonders jaspisartiger, und Hornblendeschiefer. Die Repräsentanten der sedimentären Gesteine sind im Ganzen viel seltener und stammen alle aus dem oberen und unteren Silurischen, dem Devonischen und dem Bergkalke Russlands her.

Man hat auch wohl hier und da, aber sehr selten, erratisch verschleppte Versteinerungen der Juraperiode gefunden, z. B. bei der Stadt Roslawl, wo ich Exemplare von *Gryphaea dilatata* und *Gr. virgula* sah, welche von Offizieren der Wegekommunikation bei dem Bau der Chaussee, mit nordischem Gerölle zusammen, gefunden worden waren. Sie mögen aus den bei Wereja und Medyn anstehenden Juraschichten herstammen.

Dass die Wanderblöcke der zwei ersten Klassen ihre ursprüngliche Heimath in Finnland und im Olonezer und Archangeler Gouvernement haben, ist längst bekannt, aber es sind bei weitem nicht alle in ihnen vorkommenden, so zahlreichen Gesteinsarten unter den Wanderblöcken wieder zu finden.

Ich habe auf vielen Reisen in Russland nie einen grossen Block aus Talkschiefer, Chloritschiefer, weichem Thonschiefer, aus Marmor und Serpentin gefunden; und wenn sie auch vielleicht vorkommen, so gehören sie jedenfalls zu den grossen Seltenheiten, und doch sind alle diese Gesteinsarten in unserem Norden anstehend zu finden.

Die nächste Ursache solchen Fehlens mag die geringere Widerstandsfähigkeit dieser weichen Gesteine gegen mechanische Kräfte sein. Eine andere liegt aber offenbar darin, dass sich diese Gesteine nie in grossen Blöcken, sondern immer nur in verhältnissmässig kleinen Massen vom Mutterfels ablösen, und daher bei weitem, mit Friktion verbundenem Transporte gänzlich aufgebraucht wurden. Eine dritte Ursache, aus welcher manche krystallinische Gesteine nicht nach Süden gelangten, mag darin gesucht werden, dass ihre ursprünglichen Lagerstätten vielleicht in einer Höhe liegen, welche von dem transportirenden Mittel nicht erreicht ward. Man will ja in Skandinavien bemerkt haben, dass die geschrammten Schlifflächen nur bis zu einer gewissen absoluten Höhe und über diese hinaus nicht mehr angetroffen werden. Ob ein solches Verhältniss auch im Norden Russlands anzunehmen sei, soll weiter unten besprochen werden. Alle sehr grossen Wanderblöcke Russlands gehören fast ohne Ausnahme dem Granit und Gneiss an. Ausnahmsweise kommt unter ihnen auch Hornblendeschiefer, aber nie Diorit oder Porphyr, Marmor, Quarzit etc. vor. Endlich mögen auch manche Gesteinsarten deshalb nicht nach Süden gelangt sein, weil sie in einer Gegend Finnlands und Skandinaviens vorkommen, in welcher der Transport in nördlicher oder westöstlicher Richtung geschah, wie Böthlingk das nachgewiesen hat. Wenn wir den Tansport durch Gletschereis erklären, so könnte man in solchen Fällen von einer *divorita glaciarum* reden.

Wir wenden uns nun zu dem eigentlichen Gegenstande dieses Abschnitts und wollen die Art betrachten, wie sich die Blöcke der genannten Gesteinsarten von ihrer ursprünglichen Lagerstätte ablösen.

Granit, Syenit und Gneiss. Am 15. December 1842 legte Leopold v. Buch der

Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin eine Abhandlung vor: «Ueber Granit und Gneuss, vorzüglich in Hinsicht der äusseren Form, mit welcher diese Gebirgsarten auf der Erdfläche erscheinen». In dieser Abhandlung wird gezeigt, wie der Granit, und unter Umständen auch der Gneiss, in Skandinavien, in Finnland, am Harze, in der Schweiz, im britischen Indien, also wahrscheinlich überall, wo er in grossen Massen vorkommt, grössere oder kleinere, elliptisch gestaltete, gewölbte Dome bilden und in ihrem Innern eine konzentrisch-schalige Struktur zeigen, welche Herr von Buch nicht etwa einem Verwitterungsprozesse, sondern der Wirkung der Abkühlung zuschreibt. Eine solche schien ihm wahrscheinlich, weil er den Granit für ein Gestein feurig-flüssiger Entstehung hielt und er unterstützt seine Ansicht (c. l. pag. 5) durch den bekannten Versuch von Gregory Watt, der 700 Centner Basalt zu einer sphärischen Masse zusammenschmolz, die sich bei schneller Abkühlung in konzentrische Lagen zertheilte. Er weist ferner in dieser merkwürdigen Abhandlung nach, wie die oberste, aus der Erde hervortretende Schale solcher Ellipsoiden in grosse, rektangulär gestaltete Blöcke zersprengt wird, und wie unter Umständen durch tiefeinschneidende Thäler oft mehrere Schalen an steilen Granit- und Gneisswänden blossgelegt werden.

Diese Erscheinungen können an den Graniten und Gneissen Finnlands und des Olonezer Gouvernements, besonders aber an den grobkörnigen Graniten, in der deutlichsten Weise wahrgenommen werden.

Im schönen Park des Baron Nicolai zu Monrepos bei Wiborg, erheben sich kleine, ebenso regelmässig wie der Brocken [1]) gewölbte Granitdome (Rappakiwwi). Als Beispiel mag der auf Fig. 1 abgebildete dienen, der sich am Fusse eines höheren, ebenfalls schön gewölbten, mit einem Belvedere gekrönten Berges befindet. Tiefe, nach zwei, sich unter grossen Winkeln schneidenden Richtungen gehende Risse, dringen in das Gewölbe ein. Der Scheitel war zur Zeit meines Besuches, 1859, noch unverletzt. Rund umher, am Fusse des Hügels liegen auf einem Untergrunde von Granitgneuss, scharfkantige Blöcke desselben Granits. Ich bin geneigt, sie für die Reste der oberen, nunmehr bereits zerstörten Schale des Hügels zu halten, da die Verwitterung des Granits am Fusse des Hügels, wo die atmosphärischen, von diesem herabfliessenden Wasser, unter dem Schutze von Gras und Blöcken langsam verdunsten und daher lange auf das Gestein wirken werden, viel stärker sein wird, als auf dem Gewölbe. Es wird also der so leicht in Schutt zerfallende Rappakiwwi, am Fusse des Hügels dieser Zerstörung sehr bald anheim fallen. Ist dieser Prozess vollendet, so wird der unverletzte Theil der Schale zuerst in seinen unteren Partieen disponirt sein abzugleiten. Es werden sich in ihm Risse bilden; in diese dringt schmelzender Schnee und Regenwasser und vollendet mit Hülfe des Frostes die Zerstörung.

Dann bleibt auf dem Gipfel noch eine Zeitlang eine Calotte liegen, die schliesslich

1) L. v. Buch, c. l. Tafel II.

auch zu Grus zerfällt und herabgespült wird, oder in Blöcke zerlegt auf der frei gewordenen Oberfläche der unteren Schale herabgleitet.

Die Abbildung *Fig. 2* mag diese Erklärungsweise rechtfertigen. Sie stellt ein konzentrisch schaliges Ellipsoid eines rothen, grobkörnigen Granits am linken Ufer des Wodlaflusses, unweit des Kirchdorfes Schalskoi, dar. Dieses liegt nahe der Mündung der Wodla in den Onegasee. An der Wodla hinauf ziehen ganze Reihen solcher Granitdome mit ebener Oberfläche, oft von ansehnlichen Dimensionen, hin. Damit man aber nicht glaube, diese regelmässig gewölbten Hügel und Berge seien roches moutonnées, die ihre rundliche Gestalt der Reibung urweltlicher Gletscher oder einer Drift (Geröllefluth) verdanken, so habe ich zu erwähnen, dass an allen oben genannten Orten die Oberfläche der Granitellipsoide weder geschliffen noch geschrammt, sondern rauh ist[1]). Befinden sie sich in der Nähe des Onegasees, so dass ihr Fuss von den Eisschollen erreicht werden kann, so üben diese ihre Gewalt an ihnen aus.

Fig. 3 stellt das Ufer einer zwischen Schalskoi und Bessow Noss befindlichen grossen, flachen Granitkuppe dar; sie bildet die kleine Insel Michailowetz. Der dem See zunächst gelegene Theil der oberen Schale ist in rektangulaire Blöcke sehr regelmässiger Gestalt zerlegt. Herantreibende Eisschollen haben diese Blöcke ergriffen und, sie landeinwärts drängend, übereinander gethürmt und sogar auf die Oberfläche der Wölbung gehoben. Wir erinnern bei dieser Gelegenheit an das ähnliche Ereigniss, das Graf Keyserling in Livland am Strande des Rigaschen Meerbusens, bei dem Gute Uhla, beschrieben hat. (Bullet. de l'Acad. Imp. d. sciences de St.-Pétersbourg, Tome VI, pag. 191.)

Bisweilen werden die im Wasser liegenden Blöcke vom Eise umfasst und, wenn dieses sich im Frühling in Schollen theilt, fortgeführt. Die meisten mögen, wenn der Träger schmilzt, oder von den Wellen zertrümmert wird, auf den Boden des Sees fallen, der in der That an vielen Stellen mit erratischen Blöcken bedeckt ist. Andere Blöcke aber stranden an einem fremden Ufer. Als Beispiel mag der grosse Granitblock *Fig. 4* dienen, den ich im Juni 1859 am Ufer der Schäre Akimowka sah und zeichnete. Das Eis hat ihn auf den Rand der geschliffenen und geschrammten, aus grobkörnigem Granit bestehenden Platte *a* geschoben, und zwar so vorsichtig, dass das Horn, in welches er ausläuft, dabei nicht abgebrochen ist.

Dass die von einem hohen, steil abfallenden Granitdome abgelösten Blöcke bei ihrem Herabgleiten an deren Fuss nicht selten die abenteuerlichsten Stellungen eingenommen haben, sieht man z. B. an dem unter dem Namen «Zuckerhut» bekannten riesigen Rappakiwwiblock *Fig. 5*, drei Werst von Wiborg auf dem Wege von hier nach Imatra. Er ist 20 bis 25 Fuss hoch und hat sich mit seinem breiten Ende zwischen zwei rundliche Felsvorsprünge so eingeklemmt, dass unter ihm ein hohler Raum geblieben ist, durch den man

1) Manche solcher Dome in anderen Gegenden sind aber auch geschliffen und mit Schrammen bedeckt, ein Beweis, dass ihre Oberschale seit der Friktion sich unversehrt erhalten hat.

hindurchkriechen kann. Der Block ist genau von derselben Beschaffenheit wie der anstehende Rappakiwwi und scheint nicht erratisch zu sein. Eben so wenig sind es die im nördlichen Theile des Parks von Monrepos, am Fusse einer steilen Granitwand, übereinandergestürzten Blöcke. Wir empfehlen diese Wand allen Beobachtern, welche die konzentrisch-schalige Absonderung des Granits kennen lernen wollen. Drei von diesen Blöcken liegen so, dass sie ein Thor bilden, durch welches man bequem hindurchgehen kann. Alle diese Blöcke sind offenbar von dem steilen Abhange des benachbarten Domes herabgeglitten.

Wie an den grobkörnigen Graniten unseres Nordens, so kann man auch an seinem Syenit und an seinen Gneissen, wenn an letzteren auch nicht immer ganz so deutlich, die konzentrisch-schalige Anordnung und das Zerfallen der oberen Schale in rektangulaire Blöcke, oft sehr bedeutender Dimensionen, sehen. Am Gneiss habe ich sie sehr deutlich in Finnland, bei Nyslott am Saimasee, an der Stelle beobachtet, wo die auf dem Wege nach Pungaharju befindliche Fähre ist. Man hatte hier auf der oberen Schale einen Steinbruch eröffnet. Diese Erscheinung beobachtete Herr Leop. von Buch an dem Gneiss der Grimsel. Auch an grobkörnigen Dioriten tritt sie ebenso klar wie am Granit hervor. Als Beispiel kann ich den Berg Orel anführen. Er liegt am westlichen Ufer des Pertnowalok, dem Dorfe Wikschiza gegenüber, etwa 16 Werst nördlich von dem Eisenwerke Kontscheserskoi. Man steigt auf mehreren steilen Terrassen auf den Gipfel des Berges hinauf. Jede derselben entspricht einer Schale des Ellipsoids und an jeder kann man die Zertheilung in grosse, kubisch und rektangulair gestaltete Blöcke sehr deutlich beobachten. Aber nie habe ich im Grossen die konzentrisch-schalige Absonderung eines Gesteins schöner wahrnehmen können, als an dem Kugeldiorit der Insel Kolg, am westlichen Ufer der Unizabucht des Onegasees (*Fig. 6*).

Die hohe Insel bildet einen gewölbten Dom, auf dessen Scheitel sich Schlifflächen ohne Schrammen zeigen. Diese Flächen durchschneiden die Kugeln, aus denen der ganze Berg besteht, und in jeder derselben erkennt man konzentrische, abwechselnde Lagen dunkelgrüner Hornblende und weisslichen Albits. Der Durchmesser dieser Sphäroide erreicht 3 bis 4 Fuss, und die Räume zwischen ihnen sind von schiefrigem Diorit ausgefüllt. Merkwürdigerweise zeigt sich an einigen Stellen der Insel in dem so eben beschriebenen Gestein eine senkrechte Zerklüftung, welche dasselbe nach Art des Basaltes in Säulen zerlegt. Die Blöcke, die sich von den Schalen dieses Felsendomes ablösen, haben aber nur geringe Dimensionen, da die Schalen selbst nicht dick sind.

Diorit. Ganz anders als die bisher angeführten Gesteine verhalten sich die feinkörnigen und die dicht gemengten Diorite. Nie habe ich sie gewölbte Dome mit konzentrisch-schaliger Absonderung bilden gesehen. Sie haben im Olonezer Bergrevier, wo ich sie an unzählig vielen Orten anstehend gefunden, stets die Gestalt mächtiger, horizontaler oder schwach, selten steil geneigter Lager, und wo die Einschnitte tief genug gehen, wird man immer finden, dass diese Lager gleichförmig auf Thonschiefer, Dolomit oder Quarzit, und im

Norden des Reviers, und hier immer mehr oder weniger steil, auf eben so stark geneigten Schichten von Chloritschiefer, Talkschiefer, Epidosit etc. aufliegen.

Wenn sie in der Gestalt flacher Gewölbe erscheinen, so kann man fast immer versichert sein, dass sie zu den roches moutonnées gehören, und dass mithin ihre äussere Form keine ursprüngliche, sondern eine sekundaire ist.

Allen diesen Lagern ist eine, senkrecht auf deren Dach und Sohle stehende Zerklüftung eigen, wie man sie an Basalten und Doleriten kennt. Sie geht immer durch die ganze Masse von oben bis unten durch und zerlegt den Diorit in Säulen oder grosse Tafeln, die je nach der Stellung der unterliegenden schiefrigen Gesteine, eine vertikale oder geneigte Lage haben.

Die durch diese Klüfte veranlasste Zerstörung ist oft ausserordentlich gross, wie z. B. an dem Berge Rogosha (Fig. 7). Beim Herabstürzen zerfallen die losgetrennten Säulen in Blöcke und Tafeln der verschiedensten Grösse und Gestalt, man wird aber unter ihnen nie oder nur sehr selten solche Riesen bemerken, wie die Granitblöcke Finnlands. Auf vielen Wanderungen im Olonezer Revier, habe ich nur einen sehr grossen Wanderblock eines dichtgemengten Diorits (Aphanit) gesehen. Er liegt am östlichen Ufer des Wangsees und ist 17½ Fuss lang und 16 Fuss hoch. Die Ursache des Fehlens grosser erratischer Dioritblöcke liegt aber gewiss auch darin, dass der Diorit, wie ich an vielen Orten bemerkt, leichter als Granit in scharfkantige Blöcke zerfällt. Sehr grosse Granitblöcke zerfallen, wie weiter unten gezeigt werden wird, gewöhnlich nur in zwei Hälften; Dioritblöcke dagegen in viele scharfkantige Stücke, die man oft noch alle beisammen findet und aneinanderpassen könnte. So z. B. ein *Fig. 8ª* abgebildeter Block am Ostufer der Swätuchabucht. Die eine Hälfte steht noch aufrecht, die andere ist in viele Theile zerfallen. Die Bruchflächen waren so frisch, so ohne alle Spur von Verwitterung, dass man glauben musste, die Zertheilung habe erst unlängst stattgefunden.

Die von den senkrechten Dioritwänden abgelösten Säulen erhalten sich bisweilen eine Zeitlang in der abenteuerlichsten Stellung auf einem schwachen Fundamente, das jeden Augenblick unter ihnen zu weichen droht. Ein schönes Beispiel dieser Art sah ich am östlichen Ufer des Ladmosees, wo der Diorit auf Thonschiefer aufliegt (*Fig. 8*). Der Pfeiler ist 14 Fuss hoch.

Von einer sehr regelmässigen Zerklüftung gewisser Diorite nach zwei konstanten Richtungen, in ähnlicher Weise wie man sie an Kalksteinen und Thonschiefern kennt, wird in der geologischen Beschreibung des Olonezer Reviers gehandelt werden. Bei den Dingen, von denen hier die Rede ist, kommt sie nicht in Betracht.

Aber einer Absonderung in Kugeln habe ich noch zu erwähnen, die man an vielen Orten, aber am schönsten am nördlichen Ende der Lambasbucht des Onegasees, unweit des Dorfes Lambasrutschei, an einem sehr feinkörnigen, fast dichten, auch Chlorit enthaltenden Diorit beobachten kann. (Siehe *Fig. 8ᵇ*). Er liegt auf einer geneigten Thonschieferschicht. Solche Diorite lieferten den transportirenden Kräften der Diluvial- oder Eisperiode

fertig abgerundete Blöcke, deren rauhe Oberfläche durch Friktion geglättet werden konnte. Diese Kugeln zeigen keine Spur von konzentrisch-schaliger Anordnung der sie zusammensetzenden Mineraiien, wie das an den schönen, mit zerschnittenen Zwiebeln zu vergleichenden Kugeln auf der Insel Kolg zu sehen ist. Da in den Kluftflächen aller hier erwähnten Gesteine fast nie auch nur eine Spur von Verwitterung, das heisst von Zersetzung auf chemischem Wege zu bemerken ist, so muss man die Entstehung der Klüfte anderen Ursachen zuschreiben.

Die Anordnung eines Gesteins in Kugeln, namentlich wenn diese konzentrisch-schalig gebaut sind, ist gewiss eine ursprüngliche, bei der Bildung selbst eingetretene. Aber die Zerspaltung gewisser Gesteine in rektangulaire oder säulenförmige Massen scheint erst lange nach deren Bildung eingetreten zu sein, und eine genügende Erklärung dafür ist bisher, meines Wissens, noch nicht aufgefunden worden, namentlich bei Basalten, Doleriten und Dioriten[1]).

Man betrachte die geschliffene Oberfläche einer roche moutonnée aus feinkörnigem Diorit, und man wird auf derselben oft keine Spur von Zerklüftung sehen, selbst dann nicht, wenn sie vom Regen angefeuchtet ist. Und doch verräth das in die Haarspalten eines Gesteins eingedrungene Wasser die Existenz solcher feinster Risse dadurch, dass bei dem Trocknen der Oberfläche das Gestein, wo es von Haarspalten durchsetzt ist, eine Zeitlang noch die durch das eingedrungene Wasser verursachte dunklere Färbung behält. Und an einer Seite desselben Berges stürzt der Diorit oft in senkrechter Wand zum Thale hinab und von dieser Wand, an deren Fusse Tausende von abgelösten Blöcken liegen, reissen sich immer wieder neue Pfeiler los. Die zerstörende Zerklüftung schreitet allmählich von ihr nach dem Innern des Berges vor. Ich habe im Olonezschen solche Berge gesehen, die ihrer Länge nach halbirt erschienen. Die eine Hälfte lag in Trümmern, die andere erwartete dasselbe Schicksal.

Niemand wird es bezweifeln, dass die endliche Ablösung der Pfeiler von dem Mutterfels hauptsächlich durch das Gefrieren des in die Spalten eingedrungenen Wassers bewirkt wird. Aber wodurch entstehen diese Spalten und Klüfte? Gewiss nicht durch den Wechsel der Temperatur, deren Jahresamplitüde in unserem Norden 40° bis 45° R. erreicht. Wäre dieser Wechsel die Ursache, so müsste er auch auf die unbedeckte Oberfläche der Berge wirken und sie allmählich zerstören. Eine solche Wirkung habe ich jedoch an den, aus feinkörnigem Diorit bestehenden roches moutonnées nicht bemerkt. An grobkörnigen Gesteinen ist sie dagegen oft sehr bedeutend. Der Grund dieses verschiedenen Verhaltens gegen Temperaturwechsel, scheint in der ungleichen Zusammenziehung und Ausdehnung der Axen in den Krystallen sehr grobkörniger Gestein zu liegen.

Wir erinnern hiebei an die Untersuchungen Mitscherlichs, die schon Hess einst zur Erklärung des schnellen Zerfallens des finnländischen Rappakiwwi verwendete.

---

1) Siehe hierüber Mohr's Geologie auf neuer Grundlage (Geschichte der Erde, Bonn, 1866).

Krystallinische Schiefer (Metamorphische Gesteine). Es ward schon oben erwähnt, dass sehr grosse Wanderblöcke dieser Gesteinsarten nicht vorkommen. Glimmerschieferblöcke, auch Blöcke von Quarzit, von harten, jaspisartigen Thonschiefern, von 2 bis 4 Fuss Durchmesser, sind nicht selten; ich habe sie aber nie mit scharfen Kanten, sondern immer abgerollt gesehen.

Im Olonezer Revier, wo diese Gesteine häufig sind, wird man sogar an den härtesten Varietäten derselben bemerken, dass an blosgelegten Profilen ein langsamer Zerstörungsprozess mit der Zeit jede Schichtungsebene durch eine vertiefte Linie sichtbar macht.

Und schliesslich lösen sich die oberen Lagen von den unteren ab. Sie haben eine Dicke von einigen Zoll bis 2 und 3 Fuss. In dem grossen Steinbruche bei Schokscha, am westlichen Ufer des Onegasees, kann man an dem schönen, rothen Quarzit (Siehe *Taf. 8 Fig. A*) und an den harten Thonschiefern der Inseln Laiwisaari, eine äusserst regelmässige Zerklüftung nach drei Richtungen beobachten. Es lösen sich in Folge dessen dicke Platten ab, so regelmässig gestaltet, dass man glauben sollte, sie seien durch die Kunst hervorgebracht. Bei ihrer Verschleppung in der erratischen Zeit sind sie aber immer zerbrochen und die Bruchstücke abgerundet worden. Solche abgeschliffene Blöcke des Schokschaquarzits sind in den südlich vom Onegasee belegenen Gegenden, bis in die Parallele von Waldai, und noch weiter nach Süden anzutreffen. Die krystallinischen Schiefer haben in unserem Norden, wie überall, eine geneigte, oft sehr steile Lage, die ihre Zerstörung begünstigt und beschleunigt.

Das atmosphärische Wasser dringt leicht in die vielen Schichtungsklüfte der Schichtenköpfe ein und zersprengt die Gesteine beim Gefrieren. Am erfolgreichsten geschieht das an den weicheren Felsarten. Sie liefern auf diese Weise nur Bruchstücke geringen Umfanges und nie sehr grosse Blöcke. Die Kalksteine und Dolomite unserer Silurischen, Devonischen und Bergkalkformation zerfallen durch die Wirkung der Wintersprengung[1]) in Platten von 1 bis 10 und 12 Zoll Dicke, und höchstens von 4 bis 5 Fuss Länge und Breite. Beim Transport erlitten sie wegen ihrer geringen Härte noch weitere Zertheilung. Daher kommen diese Gesteine im erratischen Zustande immer nur in geringen Dimensionen, in der Gestalt von Platten, selten in Blöcken von grösserem Umfang vor.

Aber in den zahllosen diluvialen Geröllen Russlands findet man nicht nur die metamorphischen, sondern wahrscheinlich alle krystallinischen Gesteine unseres Nordens wieder. Will man eine möglichst vollständige Uebersicht der auf die Wanderung gegangenen nordischen Gesteine erhalten, so untersuche man an den Chausseen des nördlichen und mittleren Russlands die zu deren Bau verwendeten erratischen Blöcke, oder die Pflastersteine unserer Städte.

1) Wir entlehnen diesen Ausdruck aus Schmidt's Notiz über den «Richk in Pörrafer». Baltische Monatsschrift 1867. N. 21.

II.

Die Grösse und Gestalt der Wanderblöcke.

Es ist längst bekannt, dass die Grösse der Wanderblöcke im umgekehrten Verhältnisse zu der Entfernung von ihrer ursprünglichen Lagerstätte steht, und dass bei weitem die Mehrzahl derselben durch Friktion abgerundet ist.

Nur ein verhältnissmässig geringer Theil derselben hat die scharfen Kanten und die Bruchflächen behalten, die sie bei der Ablösung vom Mutterfels besassen. Diess gilt fast ausschliesslich von den Blöcken der grössten und der mittleren Dimensionen. Scharfkantige Blöcke und Trümmer geringer Dimensionen finden sich nur in der Nähe ihrer ursprünglichen Lagerstätte; in grösserer Entfernung von derselben pflegen sie immer abgeschliffen zu sein. Rund abgerollte Blöcke kommen aber in unserem Norden, nämlich in Finnland und Olonez, massenhaft im Diluvio und in Flüssen und Seen vor.

In Finnland sind Wanderblöcke von Hausgrösse sehr gemein und gehören fast ohne Ausnahme den daselbst herrschenden Gesteinen, Granit und Gneiss, an. Auffallend gering ist die Anzahl sehr grosser Blöcke im Olonezer Revier, und mag das dadurch erklärt werden, dass die vorherrschenden Gesteine daselbst nicht Granite, sondern Diorite, Quarzit, Thonschiefer und metamorphische Schiefer, mithin solche Gesteine sind, die dem erratischen Kontingent keine grossen Individuen liefern konnten.

Damit aber stimmt auch die Erfahrung überein, dass sehr grosse Wanderblöcke in Russland nur südlich von Finnland im St. Petersburger Gouverment, in Estland und im nördlichen Livland, aber nur selten oder gar nicht in den Gegenden angetroffen werden, die südlich vom Olonezer und vom Gouvernement Archangel liegen.

Der grösste Wanderblock, den ich im südlichen Finnland antraf, liegt auf der 7. Werst von der Station Pälli nach der Station Kansola, auf dem Wege von Wiborg nach Wilmanstrand. Er besteht aus Rappakiwwi, ist 36 Fuss lang, 30 Fuss hoch und 16 Fuss breit (Siehe *Fig. 9*) und steht auf der scharfen Kante.

Ein anderer schöner Block ist der unter *Fig. 10* abgebildete: Er besteht aus Gneiss, ist 9 bis 10 Fuss breit, mindestens 25 Fuss hoch und steht auf dem Gipfel eines geschliffenen und geschrammten, aus ähnlichem Gneiss bestehenden Hügels.

An seiner Seite liegt ein Block derselben Grösse, desselben Ansehens und desselben Gesteins. Diese beiden Blöcke haben offenbar früher einen einzigen, noch ein Mal so grossen gebildet, der von der transportirenden Kraft hierher getragen ward, und in zwei ziemlich gleiche Hälften auseinanderfiel. Dass das mit grossen Granitblöcken sehr oft geschehen ist, lehren viele Beispiele, von denen weiter unten noch einige erwähnt werden sollen.

Diese Riesen heissen die Johannessteine (Janin-Kiwwi) und befinden sich zwei Werst von der Pfarre Hitola auf dem Wege nach Keksholm.

Zu den Blöcken grosser Dimension gehört auch der 4 Werst von Wiborg, auf dem Wege von hier nach Helsingfors, befindliche, sogenannte Kosakenstein. Er besteht aus Rappakiwwi, ist 24 Fuss lang, 24 Fuss breit und 16 Fuss hoch, liegt auf Diluvium und hat eine historische Bedeutung bekommen dadurch, dass Kaiser Peter der Grosse und ein Kosak aus seiner Begleitung, während des Bombardements von Wiborg, diesen Block bestiegen und von ihm aus die Stadt beobachtet haben sollen.

Ein Granitblock, den ich zwischen den Stationen Koitsenlaks und Elisenwara auf dem Wege von Nyslott nach Kronoborg sah und ebenfalls abbildete, ist 36 Fuss lang, 18 Fuss hoch und 20 Fuss breit. Unter den wenigen Riesenblöcken im Olonezer Revier verdient wegen seiner Grösse und seiner kühnen Stellung auf dem Gipfel eines Diorithügels, der *Fig. 11* abgebildete Block, Namens Bogatyr, genannt zu werden. Er steht auf der scharfen Kante, ist 14 Fuss hoch, 18 Fuss lang und 7 Fuss breit, besteht aus schwarzem Actinolitschiefer und befindet sich in der Nähe des Dorfes Fomina, unweit Zillopol. Bei Kulmuksa am Onegasee, eine Werst nördlich vom Dorfe, sah ich einen 10 Fuss 6 Zoll hohen und eben so langen und breiten Block eines röthlichen Granits. Auch mag eines 17 Fuss 5 Zoll langen, 16 Fuss hohen und 11 Fuss 10 Zoll breiten Wanderblocks erwähnt werden, den ich am 13. August 1857, am Ostufer des Wangosees sah. Er liegt am Ostufer des Sees (und dieser am westlichen Fusse des Gebirgszuges Tabor) auf einer glatt geschliffenen Felsplatte aus feinkörnigem Diorit, der viel dunkler gefärbt ist, als der Aphanit, aus welchem der Block besteht.

Bisweilen ist es möglich, die ursprüngliche Lagerstätte eines Blockes mit grosser Genauigkeit zu bestimmen. So z. B. liegt auf der 9. Werst von Kontscheserskoi nach dem Dorfe Kossolma (N. von Petrosawodsk) ein 3 Fuss 6 Zoll langer und 2 Fuss 6 Zoll breiter Block eines sehr charakteristischen, auffallenden Gesteins, das wir weiter im Norden bei Swätnawolok anstehend gesehen hatten, nämlich eine Granitbrekzie, wie sie sonst weit und breit nicht vorkommt.

Gehen wir von Finnland und dem Olonezer Gouvernement, wo die grossen Blöcke ihrer ursprünglichen Lagerstätte näher liegen, nach dem Gouv. Nowgorod, Ingermanland und Ehstland über, so treffen wir auch hier noch Wanderblöcke sehr bedeutender Dimensionen an, aber viel seltener.

Herr Magister Bock beobachtete in dem Flusse Tichwinka, einige Werst oberhalb seines Ausflusses in den Sjäss, einen 5 Meter langen und gegen 4 Meter hohen, abgerundeten, ovalgestalteten Block rothen Granits, und bei dem Dorfe Cholopowizy, im Kreise Zarskoje Selo des St. Petersburger Gouvernements, einen scharfkantigen, 8 Meter langen und gegen 6 Meter hohen Rappakiwwiblock.

Vor anderen haben wir den Granitblock zu registriren, auf welchem in St. Petersburg auf dem Senatsplatze Falconet's berühmte Reiterstatue Peter's des Grossen steht. Er

wurde 1768 aus einem Waldsumpf bei dem Dorfe Lachta, unweit St. Petersburg hervorgeholt und war unter dem Namen «Grom» (Donner) bekannt. Vor seiner Bearbeitung hatte er eine Länge von 44, eine Breite von 22 und eine Höhe von 27 Fuss. In einer seiner Spalten wuchs ein stattliches Bäumchen.

In der Nähe von Narva, auf dem Gute des Baron Stackelberg, Lilienbach, befindet sich einer der schönsten Steinåsor, die man sehen kann. Ein mehrere Sashen hoher, mit Laubholz bestandener Hügel, der Nussberg genannt, besteht ganz aus über einander gethürmten Blöcken von Rappakiwwi und von einem feinkörnigen, rothen Granit. Sie haben meist etwas abgeschliffene Kanten und eine Länge von 4 und 5 bis 14 und 20 Fuss.

Etwa 200 Schritt von diesem Ås liegt ein einzelner, aus feinkörnigem, rothem Granit bestehender Block von bedeutender Grösse. Er ist 28 Fuss lang, $17^1/_2$ Fuss breit und 8 Fuss hoch und liegt zum Theil in der Erde. Ein 8 Fuss hoher und eben so langer und breiter, kubisch gestalteter, vollkommen scharfkantiger Rappakiwwiblock, liegt zwischen Narva und Reval, bei dem Gute Sackhof, dicht an dem niedrigen, sandigen Meeresufer. Er wird aber von einem schönen Block desselben Granits, der bei dem Gute Leetz, unweit Baltischport, auf einem Felde liegt, an Grösse weit übertroffen. Ich habe diesen Block und einen neben ihm liegenden, ebenso grossen, in einem im Bulletin der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften, unter dem 26. October 1855, abgedruckten Aufsatze beschrieben und abgebildet. Er hat eine sehr regelmässige, rektanguläre Gestalt und ist 42 Fuss lang, 28 Fuss breit und 14 Fuss hoch. Da sein ebenbürtiger Nachbar offenbar mit ihm früher zusammengehangen hat, was die Gestalt der sich gegenüberstehenden und einander entsprechenden Bruchflächen beweist, so wird dieser finnländische Riese ursprünglich eine Länge von 80 Fuss gehabt haben. Dr. Schultz, dessen weiter unten noch erwähnt wird, theilte uns Beobachtungen über grosse Granitblöcke in Est- und Livland mit. Bei Sillamäggi, zwischen Narva und Chudleigh, liegt ein Wanderblock von 30 Schritt im Umfange; bei dem Dorfe Torma, im nördlichen Livland, ein Block von 24 Schritt im Umfange; er ragt nur mit dem kleinsten Theile 5 Fuss aus der Erde, und zeigt auf seiner Oberfläche eine kreisrunde Vertiefung (etwa ein Riesenkessel?). Grosser Geschiebe erwähnt auch Professor Grewingk (Geologie von Liv- und Kurland, pag. 166), namentlich eines am Luckno-See zwischen Kersel und Ludenhof in Livland vorkommenden Granitblocks, der einen Umfang von 30 Schritt hat, und von einem bei Fetenhof, unweit Dorpat, an der Strasse liegenden Rappakiwwiblock sagt er, dass man ihn aus der Entfernung für ein Häuschen halten könne; er ist 10′ hoch; diese Blöcke gehören jedenfalls zu denen ersten Ranges, wenn sie sich auch mit den Riesen in Finnland und bei Leetz nicht messen können.

Ich lasse hier noch ein Verzeichniss von Blöcken folgen, das ich später von Herrn Professor Grewingk aus Dorpat erhielt.

1. Bei Chudleigh am Strande ein Block von 36′ Länge und 9′ Höhe.
2. Zwischen Dago und Worms, mitten im Fahrwasser, bei der Insel Herralaid ein

riesiger Granitblock Erich (estn. suur Erika kiwi) genannt, 18 Fuss das Wasser überragend.

3. Bei Tahul auf Oesel, 6 Werst von Arensburg, rechts am Wege ein erratischer Block, auf welchem 3 Paare gleichzeitig getanzt haben (sichere Nachricht).
4. Auf einem Inselchen bei Hapsal, das zum Gute Wenden gehört, ein Felsblock von 14′ Höhe, vom Blitz gespalten und dabei eine Hälfte gedreht; an den Spaltungsflächen angeblich verglaste Stellen.
5. Unterhalb Paixt (oder Staelenhof) im Torgel (oder Pernau)-Flusse, der sogenannte Wendenstein, nach welchem die benachbarte Fabrik ihren Namen führt. Er ist nicht sehr scharfkantig, oben geglättet, an der niedrigeren Seite von einer Spalte durchzogen. Durchmesser 14 Fuss, über dem Wasser 18 Fuss und im Ganzen nahe 21 Fuss hoch. Material röthlicher Granit.
6. Beim Kronsgut Arrossar, am Wege, ein Rappakiwwi-Block, pyramidal, nicht scharfkantig, nur 4—5′ aus der Erde hervorguckend, doch 15′ breit und 20′ lang.
7. Schleuderstein Kalews am Sadjerw-See, mit Kalews Fingereindrücken (Vgl. Kruses Urgeschichte des Estenstammes S. 177 und Kalewipoeg X, S. 179 und XVIII. S. 454, auch Geologie von Liv- und Kurland, S. 159 [635. Anmerkung]. Ein abgerundeter Granitblock von 9′ Höhe; in Oelfarben dargestellte Abbildung in der gelehrt. estn. Ges. zu Dorpat.
8. Kalewipoeg-Tool, zwischen Ecks und Kukkulin im Dörptschen, nicht scharfkantiger Granitblock. Oelgemälde in der estn. Ges. zu Dorpat (vergl. Kruse's Urgeschichte S. 183).
9. Die sogenannten Perse kiwi, zwischen Krassnaja Gora und Koddafer am Peipus (Geolog. v. Liv- und Kurland, S. 159 [635. Anmerkung], nicht übermässig gross; dagegen
10. ein grosser, scharfkantiger Rappakiwiblock, ein Schleuderstein Kalew's (vgl. N. 7), auf Allatzkiwischem Gebiet und als Oelgemälde in der estn. Ges. aufbewahrt, der Reproduktion werth.
11. Bei Poelks, zwischen Dorpat u. Werro, 10 Werst vor Werro, ein grosser Block, nicht gemessen.
12. Bei Kirchholm an der Düna, nicht weit vom Lasde-Kruge, in der Nähe des Kalne-Eide-Gesindes, lag ein riesiger Granitblock auf einer trockenen Stelle im Moor, der vom Steinmetz Haak in Riga, zwischen A. 1850 und 1860, ausgebeutet wurde und nach dessen Angabe 20′ Durchmesser hatte.
13. Bei Kaugern (9 Werst vom Badeort Dubbeln bei Riga), 100 Schritt vom Ufer, im Meere auf devonischem Fliesboden, zwei 9′ u. 10′ Durchmesser besitzende Blöcke, von welchen einer ein Kreuz führt, das nur bei niedrigem Wasserstande sichtbar wird. Als Grewingk die Stelle besuchte, war das Kreuz nicht sichtbar, das Wasser 7 Fuss tief.

14. Am Strande des Meeres, von der Markgrafenspitze nördlich, zahlreiche Blöcke und darunter solche, die bis 21 Fuss Durchmesser erreichen sollen.
15. Bei Capseeden (Libauer Gegend) ein röthlicher Granitblock (Mittelkorn) von 15′ Durchmesser u. 50′ Umfang, auf devon. Dolomitfliesen unmittelbar, sichtbar aufliegend. (Geol. v. Liv- u. Kurland, S. 151 [627].)
16. Der Perkunstein bei Ballenhof, einst am kleinen Libauer See gelegen, mit 100′ Umfang und 14′ Höhe (a. a. O. nachzusehen).
17. Bei Wekschna (NW. von Popilaeny), an der Windau (Gouv. Kowno), ein Granitblock von 12 Fuss im Geviert.

Wir haben hier auch noch des Granitblockes zu erwähnen, über welchen Herr von Baer unserer Akademie im Nov. des Jahres 1838 berichtete (Bulletin scientif. Tome V. N. 9. 10). Er liegt an der Ostküste der Felseninsel Hochland im Finnischen Meerbusen und wurde, nach der Aussage der Bewohner dieser Insel, im Frühling des Jahres 1838, durch das Eis von Finnland herübergetragen. Herr von Baer, der nahe an ihm vorüber fuhr, schätzt nach Augenmaass seine Länge auf 14 Fuss und die Höhe über 7 Fuss. Auf dieses Ereigniss werde ich später zurückkommen.

Schreiten wir nun weiter nach Süden vor, so werden wir finden, dass die durch ihre Grösse vor den übrigen erratischen Blöcken sich auszeichnenden Steine, den nördlichen Nachbarn sehr nachstehen.

Unweit Pskow sah ich im Thale der Welikaia einen Rappakiwwiblock von 8 Fuss 9 Zoll Länge und 5 Fuss 3 Zoll Höhe; seine Kanten waren scharf.

Am Ilmensee, in der Nähe des Dorfes Ustrik, liegt dicht am Wasser ein durch seine regelmässige Gestalt und durch die Schärfe seiner Kanten ausgezeichneter Block von Granitgneiss. Seine Höhe beträgt 4 Fuss 8 Zoll, seine Breite 5 Fuss 6 Zoll. *Fig. 12.* Auch bei Karostina am Ilmensee liegen am Ufer viele, 4 bis 7 Fuss lange Blöcke, meist mit sehr scharfen Kanten, bisweilen mit leicht abgestumpften.

Am nördlichen Ende des Seligersees befindet sich der Berg Orechova, einer der höchsten Punkte des Waldaiplateaus, und auf seinem 853 engl. Fuss über dem Meeresspiegel sich erhebenden Gipfel liegt ein 11 Fuss 8 Zoll langer, eben so breiter und 6 Fuss 8 Zoll hoher Rappakiwwiblock, dessen Kanten nur wenig abgerundet sind. Er liegt auf der Dammerde und ist kaum ein Paar Zoll tief in sie eingesunken. In der Nachbarschaft, aber in tieferem Niveau, liegen noch mehrere Granitblöcke derselben Grösse.

Bei Podolsk, 35 Werst südlich von Moskwa, kommen noch Granitblöcke von 4 Fuss Durchmesser vor; ich fand dort einen solchen im Diluvialsande; er war abgerundet und verwittert.

Bei Lichwin, im Kalugaer Gouvernement, kommen noch Blöcke feinkörnigen Granits von 3 und 4 Fuss Durchmesser im Diluvialsande vor. Auch sie sind abgerundet durch Friktion. Bei Orscha, am Dnepr, sah ich auf dem Felde einen Rappakiwwiblock von 10 Fuss 6 Zoll Länge, 7 Fuss Breite und 7 Fuss Höhe.

In der Gegend von Drissa, am Ufer der Düna, sah ich 1850 einen Block von Rappakiwwi, 10 Fuss 6 Zoll lang und 7 Fuss hoch.

Bei Mohilew, am Dnepr, kommen in dem rothen, diluvialen Blocklehm noch Blöcke, aber immer abgerundete, vor, die 3 Fuss im Durchmesser erreichen. Aber bei Mohilew, Roslawl, Jelna, Kaluga, Tula, sieht man frei an der Oberfläche liegende, nordische Wanderblöcke, entweder gar nicht, oder doch nur selten. Ich sah, wie man in der Gegend von Roslawl tiefe Gruben im Diluvio angelegt hatte, um sich aus ihnen die erratischen Steine zum Bau der Chaussee zu verschaffen. Die Dimensionen der Blöcke übersteigen kaum 1 oder 2 Fuss. Noch weiter nach Süden verschwindet zuletzt auch das kleinste Gerölle; bei Orel, Kursk, Woronesh sieht man es nicht mehr.

Bei der Stadt Jelez, nordwestlich von Woronesh, fand ich auf dem Boden einer Schlucht zwei Zoll grosse Gerölle eines fleischrothen Granits mittleren Kornes. Es war kein Glimmer in ihm zu sehen, sondern nur rother Orthoklas und grauer Quarz.

Auch zwischen Sadonsk und Woronesh beobachtete ich in einem, durch diagonale Schichtung sehr ausgezeichneten Diluvialsande in 14 Fuss Tiefe von der Erdoberfläche, bis 4 Zoll grosse, rund geschliffene Gerölle folgender Gesteine: feinkörniger rother Granit, feinkörniger weisser Granit, grobkörniger weisser Granit, grauer Quarzfels und schwarzer Lydit.

Der südlichste Punkt in Russland, an dem ich Gerölle nordischer, krystallinischer Gesteine gefunden habe, ist Jendowischtsche, ein 15 Werst westlich von Woronesh gelegenes Dorf. Es war ein feinkörniger, weisslicher Granit, das einzige Exemplar, das ich in einer ziemlich weit entblössten, 6 Fuss mächtigen, sandig-thonigen Diluvialschicht (vielleicht Alluvialschicht) gelber Farbe finden konnte. Das sind die äussersten Grenzen, bis zu welchen die sogenannte Diluvialfluth die nordischen Fremdlinge in diesem Theile Russlands nach Süden getragen hat.

Wenn man noch heute von grossen, scharfkantigen Blöcken rothen und gelben Granits in den Gouvernements Kursk und Woronesh spricht und schreibt, so beruht das, wie ich schon früher gezeigt, auf einem Irrthume. Diese Blöcke, die ich bei Jendowischtsche und an anderen Orten gesehen habe, bestehen aus Sandstein und gehören einer, in jenen Gegenden vorkommenden Schicht der unteren Kreideformation an. (Siehe meinen Bericht über eine im Jahre 1850 im Auftrage der Kaiserl. Russ. Geographischen Gesellschaft ausgeführten Reise in den «Beiträgen zur Kenntniss des Russ. Reiches von K. E. v. Baer und G. v. Helmersen). Wenn schon die südliche Grenze der Verbreitung unserer Wanderblöcke nicht genau bestimmt ist, so gilt das in noch höherem Grade von der Ostgrenze, und sind die Nachrichten über das Vorkommen und die Beschaffenheit derselben in dem östlich und südöstlich vom Onegasee belegenen Theile Russlands sehr spärlich. Um so interessanter ist eine, mir von Herrn Barbot de Marny mitgetheilte Angabe über einen gewaltigen, Loss (das Elennthier) genannten Block rothen Gneiss-Granits, der 8 Werst flussabwärts von der Stadt Totjma (Gouvernement Wologda) im Bette des Suchonaflusses liegt

und sich etwas über dessen Spiegel erhebt. Der Sage nach hätte Peter der Grosse auf seiner Reise nach Archangel, auf diesem Steine sein Mittagsmahl gehalten. Angeblich soll er mindestens zwei und ein halb Mal grösser sein, als der Stein Grom, auf welchem die Statue des grossen Kaisers steht.

Was in dem Obenstehendem von den grossen, scharfkantigen Wanderblöcken gesagt ist, die wir nach dem Vorgange Seefström's Geschiebe nennen wollen, gilt nicht zugleich von den Blöcken geringer Dimensionen, die, wie bereits erwähnt wurde, immer abgerollt und gerundet und nur ausnahmsweise scharfkantig sind, und die wir mit Seefström Gerölle nennen werden. Sie bilden das eigentliche Gros der erratischen Blockmassen, und es ist an ihnen keine auffallende Abnahme des Umfanges mit der Entfernung von der ursprünglichen Lagerstätte zu bemerken. Die Pflastersteine, die man aus dem Ladoga und anderen Seen Finnlands für die Strassen St. Petersburgs hervorholt, haben dieselbe Grösse und sind eben so stark abgenutzt, wie in den merkwürdigen Haufwerken von Geröllen, die man noch in der Nähe von Moskwa, z. B. bei Klin, im Blocklehm beobachten kann. Ihr Durchmesser beträgt von wenigen Zoll bis zu einem Fuss. Fast in allen solchen Haufwerken wird man ausser den Geröllen dieser Dimensionen, auch grössere finden, d. h. Geschiebe mit etwas abgestumpften Kanten, und ein Heer von kleinem Gerölle, das wir mit dem Namen Grus bezeichnen wollen. Dass letzterer auch in Finnland und im Olonezer Revier nicht fehlt, versteht sich von selbst. Aber die mechanische Zertheilung der erratischen Felstrümmer geht noch über den Grus hinaus in dem, aus Körnchen von Feldspath, Quarz, Glimmer, hartem Thonschiefer und dergleichen bestehenden Sande, der sowohl in Finnland, als auch auf dem ganzen Gebiete unserer erratischen Erscheinungen so gewöhnlich ist.

III.

Die verschiedene Art des Vorkommens der Wanderblöcke.

Wir haben zwei verschiedene Arten des Vorkommens der Wanderblöcke zu unterscheiden:

1. Blöcke, die frei auf der Erdoberfläche, oder nur vom Wasser bedeckt, auf dem Boden der Flüsse, Seen und Meere liegen.
2. Blöcke, die in Sand oder Lehm begraben, und daher nicht auf der Erdoberfläche, sondern nur in entblössten Schichtenprofilen des Diluvialbodens zu sehen sind.

Die Blöcke erster Art zerfallen wieder in zwei Hauptkategorien:

a) Die scharfkantigen, grossen Geschiebe, die entweder einzeln oder in kleinen oder grösseren Gruppen beisammen, oder in langen, moränenartigen Reihen liegen.

b) Die mehr oder weniger abgeschliffenen, kleineren Geschiebe und Gerölle nebst Grus, die in der Gestalt von Haufwerken, als Åsar auf dem Lande, als Uferschwellen an dem Strande von Seen und Meeren, an Flüssen, oder, dem Steinpflaster ähnlich, dicht gedrängt, auf dem Boden der Gewässer liegen.

Betrachten wir jede dieser Formen einzeln.

ad. *a*. Die grossen Geschiebe, von denen wir oben mehrere beschrieben und abgebildet haben, liegen nicht selten noch in der Nähe ihrer ursprünglichen Lagerstätte. So kann man in Finnland im Gebiete des Rappakiwwigranits Tausende von Geschieben desselben Gesteins, auf demselben Granit aufliegen sehen. In manchen, und vielleicht recht vielen Fällen mögen sie sich noch an ihrem Geburtsorte selber befinden; in anderen verräth sich ihre erratische Natur dadurch, dass der sie tragende Fels geschliffen und geschrammt ist. So mögen der schöne Zuckerhut bei Wiborg und manche grosse Blöcke in dem malerischen Parke von Monrepos, namentlich die am Fusse der oben abgebildeten Kuppe liegenden Granitgeschiebe, alle sich noch auf heimathlichem Boden befinden und keine Erraten sein. Ganz unbezweifelt ist dieses bei den unter *Fig. 3* abgebildeten Blöcken der Insel Michailowetz im Onegasee der Fall. Wir können als Beispiel noch den Gipfel eines, aus Amphibolit bestehenden, 4 Werst SW. von dem Dorfe Tolwuja (am Onegasee) befindlichen Berges anführen, der von unzähligen, zum Theil scharfkantigen, zum Theil durch Verwitterung, nicht durch Reibung, abgerundeten Blöcken des nämlichen Gesteins besäet ist. Sie erreichen eine Höhe und Breite von 6 bis 10 Fuss. (*Fig. 13*). Man denke sich einen solchen Berg mit dem ganzen Lande allmählich ins Wasser sinkend und von ihm bedeckt, oder von einem allmählich wachsenden Gletscher erreicht, und man wird begreifen, wie die zum Transport fertig liegenden Blöcke, von schwimmenden Eisschollen getragen, oder von dem Ende des Gletschers geschoben, in die Fremde versetzt werden konnten. Bei Weitem der grösste Theil der Geschiebe Finnlands und des Olonezschen ist aber erratisch und liegt entweder auf festem Felsboden, oder auf Diluvialsand und Diluvialthon. In beiden Fällen zeugt die ganz verschiedene Beschaffenheit des zur Unterlage dienenden Gesteins, für die erratische Natur der Blöcke. Ihre auffallende Stellung und andere Umstände beweisen überdiess sehr oft, dass sie ruhig, man möchte sagen, behutsam, abgesetzt worden sind, und nicht etwa von stürmischen Driftfluthen, oder gar von Wurfkräften.

Als Beispiele mögen der Block Bogatyr (*Fig. 11*), und die oben erwähnten Johannessteine bei Hitola dienen (*Fig. 10*). Wir können aber noch auffallendere Beispiele citiren. *Fig. 14* stellt einen wunderlich gestalteten Dioritblock von 5 Fuss Höhe dar, der am Ufer des Onegasees, am Ostufer der Halbinsel Saoneshje, in der Nähe des Dorfes Kusaranda auf einem niedrigen Riff eines ähnlichen aber geschliffenen und geschrammten Diorits liegt. Als ich 1857 diesen Block zeichnete, sagten mir die benachbarten Dorfbewohner, er sei vor wenigen Jahren von schwimmendem Eise an seine jetzige Stelle gebracht worden.

In der Umgegend des Dorfes Käppeselga, nördlich vom Onegasee, erhebt sich eine Reihe von Dioritbergen. Auf einem derselben, Gabgora genannt, liegt auf einer geneigten

Fläche am oberen Rande einer hohen, senkrechten Felswand, ein grosser Block (*Fig. 15*), den ich wegen seiner Unzugänglichkeit nicht näher untersuchen konnte. In diesem, wie in allen ähnlichen Fällen bleibt es freilich zweifelhaft, ob nicht vielleicht die steile Wand durch Ablösung von Dioritpfeilern, dem Blocke allmählich näher rückte, und ob dieser nicht früher eine minder gefährdete Lage hatte. Hier mag auch eines 7 Fuss hohen Granitblocks erwähnt werden, der am Südufer des Segsees 4 Werst von dem Dorfe Jewgary auf einer geneigten, glatt geschliffenen und geschrammten Granitfläche liegt.

Es ist, als habe der kleine, untenliegende Block das weitere Herabgleiten des grossen verhindert. (*Fig. 16.*)

Dass sehr grosse Granit- und Gneissblöcke häufig in zwei Hälften zerfallen, wurde schon oben erwähnt und an ein Paar Beispielen gezeigt. Wir können zu weiterer Bekräftigung des Gesagten noch mehrere Beispiele anführen. Bei dem Gute Lilienbach, in der Nähe von Narva, liegt in der Nachbarschaft des oben beschriebenen, grossen Geschiebes, ein kleinerer Granitblock, der fast genau in der Mitte seiner Länge geborsten und dadurch in zwei ziemlich gleiche Hälften zerfallen ist. Dieselbe Erscheinung kann man an mehreren Granitgeschieben des nördlichen Estlands beobachten, und ich habe schon früher ein Mal die Erkläruug derselben darin suchen zu können geglaubt, dass der weiche, die Unterlage der Blöcke bildende Diluvialboden, dieselben nicht an allen Punkten gleichmässig unterstützt. Giebt er zufällig an beiden Enden mehr nach als in der Mitte, oder umgekehrt, so wird in der Mittelgegend des Blocks eine Spannung eintreten, die bei sehr grossen Exemplaren wohl genügen könnte, ein Bersten des ohnehin nicht zähen, grobkörnigen Granits zu veranlassen.

Dass der Rappakiwwi, wie in seiner Heimath, so auch in der Fremde zu Grus zerfällt, versteht sich von selbst, und kann man diese Art seiner Zerstörung an den zum Chausseebau herangebrachten Blöcken häufig beobachten. Vom Zerfallen der grossen Dioritgeschiebe in viele scharfkantige Blöcke war schon oben die Rede. (*Fig. 8ª*). Ein zweites Beispiel dieser Art findet man am westlichen Ufer des Putkosees, im Olonezer Revier, bei dem Dorfe Schabolina.

ad. *b.* Die kleinen Geschiebe kommen einzeln, oder in Gruppen verschiedenen Umfanges und unbestimmter Gestalt, oder aber in der Gestalt der sogenannten Steinåsar vor. Bestimmte Beispiele der beiden ersten Fälle anzuführen, wäre zwecklos; man kann sie an tausend Orten sehen. Aber einiger besonderer Fälle haben wir doch hier zu erwähnen. Nicht selten liegen Blöcke dieser Kategorie am Fusse, am Abhange und auch wohl auf dem Gipfel von langen, sanft oder steil abfallenden Hügeln. Man pflegt dann, in der Voraussetzung, dass sie von Eisschollen gebracht wurden, zu sagen, dass sie hier gestrandet sind. Als Beispiel könnte das Geschiebefeld angeführt werden, das vor der Iwangorodschen Vorstadt von Narva, an der Südseite der nach St. Petersburg führenden Chaussee, zwischen dieser und dem steil nach Nord abfalleneen Hügel liegt, auf welchem sich der

Gottesacker befindet[1]). Diese lange Geschiebegruppe liegt einige Hundert Schritte von der schönen Gruppe übereinandergewälzter Blöcke, deren wir früher bei dem Gute Lilienbach erwähnten.

Ein anderer Fall, der Erwähnung verdient, kann am Ostufer des Onegasees, bei dem Kirchdorfe Peschtschanskaia, auf dem Berge gleiches Namens, beobachtet werden. Der Berg hat die Gestalt einer hohen, gewölbten Kuppe und besteht aus einem weisslichen, feinkörnigen Granit mit grauem Quarz und schwarzem Glimmer. Er ist von oben bis unten mit erratischen, meist gerollten Blöcken verschiedener Gesteine bedeckt. An den Abhängen und am Fusse liegen sie dichter beisammen, als auf dem Gipfel. Sie erreichen mehrere Fuss im Durchmesser und berühren meist unmittelbar die kahle, nur hier und da von dünner Ackerkrume bedeckte Granitoberfläche. In der Gegend von Wytegra, zwischen den Dörfern Lischino und Samoshkoi liegen scharfkantige Granitblöcke in solcher Menge und Grösse bei und über einander, dass man glauben könnte, das Gestein stehe hier an. Aber den Untergrund bildet hier der Bergkalk.

Noch interessanter dürfte das folgende Vorkommen sein. (*Fig. 16.*) Zwei Werst südlich von Wiborg, an der von hier nach St. Petersburg führenden Strasse, liegen zwei lange, ziemlich hohe Rappakiwwiberge. Ihre flachgewölbten Scheitel sind kahl und mit scharfkantigen Blöcken förmlich übersäet; sie gehören fast alle demselben Gesteine, nur wenige anderen an. Hier und da findet sich auch ein an den Kanten abgeschliffener Stein. Am Fusse dieser Höhen lehnt sich an den Granit eine Diluvialdecke, in welcher man drei Schichten unterscheiden kann. Oben eine Sandlage von einigen Zoll Mächtigkeit; unter ihr grünlicher und bläulicher, feingeschichteter Thon, der hier zur Ziegelfabrikation verwendet wird, und im tiefsten eine ähnliche Lage Sandes, wie die obere. Alle drei Schichten enthalten Gerölle. Der feingeschichtete Diluviallehm steigt aus der benachbarten Ebene auf den flachen, die beiden Berge trennenden Sattel hinauf, und ist hier von einer langen Reihe nicht auf einander gethürmter, sondern neben einander liegender, scharfkantiger Geschiebe von Rappakiwwi bedeckt. Sie haben fast alle sehr beträchtliche Dimensionen, aber kein einziger gehört zu den Kolossen.

Wenn man zu der Beschreibung dieser Erscheinung noch hinzufügt, dass an dem Granit in Wiborg geschrammte Schlifffläche zu sehen sind, z. B. neben dem am Hafen befindlichen öffentlichen Garten, so werden Viele geneigt sein, in dieser Blockreihe eine Längsmoräne zu sehen. Und doch ist sie es nicht, denn ein Gletscher, der nach dem Absatze des feingeschichteten Thones solche Blöcke transportirte, müsste ja den weichen Thon vollständig von seiner Granitunterlage hinweggeschoben haben. Wir werden später auch auf diesen Fall zurückkommen, wollen aber schon jetzt darauf aufmerksam machen, dass die erratischen Phänomene, wenn man sie genauer studirt, weit complizirter erscheinen, als man sie sich gewöhnlich denkt.

1) Siehe meine Abhandlung über das untere Narovathal, im Bulletin der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften, Tome III.

Befindet sich ein Stein-Ås, oder ein auf Diluvialboden liegendes Steinfeld zufällig an einem grossen, mit starken Wellen gehenden See oder am Meere, so wird sein Fuss leicht unterwaschen, und überdiess spülen Regenwasser und schmelzender Schnee ihre Abhänge ab. In Folge dessen gleiten die, dem Rande zunächst liegenden Blöcke auf der geneigten Ebene bis an den Fuss herab und bilden hier lange Züge neben und über einander gewälzter Blöcke, die mit Uferwällen, die doch ganz anderer Entstehung sind, die vollkommenste Aehnlichkeit haben und leicht mit ihnen verwechselt werden können.

Als Beispiel mag folgende Lokalität dienen.

Fig. 18. Am östlichen Ufer des Ladogasees, 8 Werst von dem Dorfe Konduscha, befindet sich auf einem, 100 Fuss über dem See erhabenen, aus losem Sande bestehenden Plateau, ein grosses Steinmeer grosser, sogar bis 28 Fuss langer und 10 Fuss hoher, und vieler kleinerer Geschiebe eines grobkörnigen, fleischrothen Granits. Die Blöcke liegen übereinandergeworfen, dicht zusammengedrängt und sind meistens scharfkantig. Ein 20 Fuss hoher, dem See zugewendeter, hora 8 von NW. nach SO. streichender Abhang von 30° bis 40° Böschung, ist mit mehreren Geschieben bedeckt, die auf der Wanderung von oben nach dem Fusse begriffen sind, und an letzterem hat sich bereits eine lange Reihe gesammelt, die man vielleicht für eine von Eisschollen herangebrachte Uferschwelle nehmen würde, wenn sie noch heutzutage, von dem ¼ Werst entfernten und tiefer liegenden Ladogasee bespült würde.

Ein anderes Beispiel dieser Art kann man in der Powenezbucht des Onegasees, an einer Reihe von 70 bis 80 Fuss hohen Inseln sehen, die aus Diluvialsand mit erratischen Blöcken bestehen. *Fig. 19* stellt das östliche Ufer einer derselben, der Insel Iwanzow, dar. Die Blöcke, den verschiedensten Gesteinsarten, vorzugsweise jedoch dem Granit und Gneiss angehörend [1]), sind in dem Sande ziemlich gleichmässig vertheilt und fast alle abgerundet, besonders die kleineren. Die atmosphärischen Wasser, vielleicht auch Stürme, führen auch hier den lockeren Sand von dem Gipfel und den steilen Abhängen fort, und die auf diese Weise frei gewordenen Geschiebe und Gerölle gleiten ans Ufer hinab, wo sie sich zu einem Walle ansammeln.

Dieselbe Erscheinung wiederholt sich an allen vier Inseln, Iwanzow, Pid, Ched und Saïzkoi, und an ihnen allen ist der Boden des Onega, so weit man ihn sehen kann, mit kleinen, runden Blöcken wie gepflastert. Die vier Inseln sind offenbar die Reste eines grossen, gewaltigen Rollsteinås, der sich hier mehrere Werst weit hora 11 von NW. nach SO., der Powenezbucht parallel, erstreckte und durch die zerstörende Kraft der Wellen und der atmosphärischen Wasser in mehrere Theile zerlegt wurde. Dass dieser Ås wahrscheinlich auch der ausgesparte Rest einer kontinuirlichen Diluvialdecke war, wird weiter unten noch erwähnt werden.

Es ist hier dasselbe geschehn, wie an der ebenfalls aus Diluvium (Blocklehm und Sand)

1) Es kommt hier auch körniger Dolomit vor.

bestehenden Inselgruppe Talapsk, im Peipussee, und an Tausenden ähnlicher Inseln in unseren Seen und Meeren. Man findet aber an unseren nordischen Seen nicht selten grosse Haufwerke von Geschieben mittler und geringer Grösse, die offenbar nicht auf die so eben beschriebene Weise, d. h. durch Herauspräpariren aus diluvialem Sande, entstanden sind.

In der Nähe des östlichen Ufers der Halbinsel Saoneshje am Onegasee, bei dem Dorfe Kusaranda, liegen mehrere kleine Inselchen. Ich besuchte 1857 zwei von ihnen, die ganz niedrig sind und nur aus mehr oder weniger abgeschliffenen Wanderblöcken verschiedenster Grösse bestehen. Hie und da bemerkt man auch ein wenig Sand und auf ihm eine spärliche Vegetation. Die meisten Blöcke gehören verschiedenen Arten von Granit und Gneiss an, andere dem Quarzit, dem Diorit und quarzigem Thonschiefer. Auch das Ufer der Halbinsel ist weit hinein in's Land mit Wanderblöcken dicht bedeckt. In der Nähe ist aber keine Diluvialmasse zu sehen, aus welcher alle diese Wanderblöcke hätten befreit werden können, und man darf daher annehmen, dass sie durch Eis werden hierher transportirt worden sein. Dass der Untergrund, auf dem sie liegen, ein geschliffener und geschrammter Diorit ist, beweisen benachbarte, niedrige, kleine Inseln aus diesem Gestein.

Gerölle.

Wir gelangen nun zur Betrachtung der eigentlichen Gerölle und des Grant oder Grus. Eine auf die Dimensionen begründete, scharfe Grenze zwischen Geschieben und Geröllen zu ziehen, ist zwar unmöglich; doch wollen wir unter der letzten Bezeichnung gerollte, mehr oder weniger abgerundete Steine von einigen Zoll bis zu einem oder zwei Fuss im längsten Durchmesser verstehen. Rollsteine von geringerem Umfange, etwa von 1 bis 2 Zoll im Durchmesser und darunter, mögen zum Grus gerechnet werden. Charakteristisch ist an ihnen, dass sie immer durch Friktion abgerundet sind, in der Art, wie man das überall an den Meeresküsten, an See- und Flussufern, an den durch diese Gewässer bewegten (gerollten) Gesteinstrümmern sehen kann. Daher der Name. Die frei zu Tage liegenden, oder nur von Wasser bedeckten Gerölle nebst Grus, bilden, wie die Geschiebe, Anhäufungen sehr verschiedener Gestalt und Grösse.

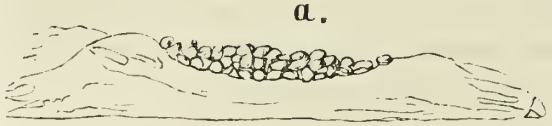
Wir wollen mit den seltener erscheinenden Anhäufungen beginnen und mit den gewöhnlichen, häufig erscheinenden schliessen. Man findet hier und da Geröllebetten eigenthümlicher Art, die durch die Umstände ihres Vorkommens an Grundmoränen erinnern, womit aber noch nicht gesagt sein soll, dass sie sich wirklich einst zwischen Gletschereis und dem felsigen Untergrund desselben befunden haben.

Als Beispiel mag folgende Lokalität dienen.

Etwa 20 Werst nördlich vom Kirchdorfe Kusaranda erhebt sich eine Werst vom Ufer des Onegasees der Berg Korba. Er besteht aus feinkörnigem, schwärzlichem Diorit und seine Längenaxe geht von NW. nach SO. Am Ufer und auf dem Wege zum Berge liegen viele Gerölle von Granit und Gneiss und scharfkantige Thonschieferstücke.

Der Ostabhang des Korba ist steil und terassenförmig; man muss beim Erklimmen der Höhe an mehreren senkrechten, aber niedrigen Abstürzen hinauf. Schon auf der halben Höhe bemerkt man auf dem Diorit Schlifflächen und roches moutonnées. Eine flache Vertiefung zwischen zwei solchen geschliffenen Kuppen ist mit rundgeschliffenen Geröllen des erwähnten Diorits angefüllt; sie haben von $^1/_4$ bis zu 1 Fuss Durchmesser (*Fig. a*).

a.



Die Gerölle bilden zuweilen auch wahre Steinmeere, grosse sterile Felder. In Finnland und im Olonezer Revier sind sie sehr gewöhnlich. So z. B. liegen am Ufer, auf dem Boden und auf den Inseln des Wnoxen bei Keksholm, am Ladogasee, Hunderttausende von abgerundeten und scharfkantigen Blöcken ausgestreut, von denen viele durch den Fluss mit Hülfe von Eisschollen von oben her mögen transportirt worden sein, wie es Bayfield am Lorenzstrome in Amerika beschreibt.

Bei Tipenizy, am Ostufer der Halbinsel Saoneshje, sah ich 1857 ein Steinmeer erratischer Blöcke von Granit, Gneiss, Diorit, Quarzit und hartem, jaspisartigem Thonschiefer. Viele zeichnen sich durch ihre Grösse aus; so z. B. eine Werst SO. vom Dorfe ein scharfkantiger Dioritblock von 11 Fuss Länge, 7 Fuss Höhe und 8 Fuss Breite.

Auch weiter im Süden kommen sie nicht selten vor.

Wenige Werst nördlich von der Stadt Orscha, im Witebsker Gouvernement, steigt man, vom Norden kommend, von einer bewaldeten Höhe zur oberen Thalsohle des Dnepr hinab auf ein weites, ebenes Feld, das nur spärlich mit Gras bewachsen und dicht mit Geröllen der verschiedensten Gesteine besäet ist. Etwas Lehm und Sand ist ihnen beigemengt. Es sind Trümmer mancherlei krystallinischer Gesteine aus Finnland und aus den paläozoischen Schichten Russlans, namentlich obersilurische Kalksteine Estlands mit Stromatopora concentrica, Catenipora escharoides, devonische Dolomite und Kalksteine mit Rhynchonella Meyendorffi, Terebratula reticularis (prisca), Spirifer tenticulum, Orthis micans, Hornsteinknollen aus dem Bergkalke mit Calamopora radians und Productus Gigas. Es mag sein, dass dieses merkwürdige Steinmeer ursprünglich dem hier überall vorkommenden Blocklehm angehörte, von dem weiter unten erwähnt werden wird — und dass die atmosphärischen Wasser die sandig-thonige Hülle allmählich wegspülten. Auf dem Waldaiplateau, zwischen der Stadt gleiches Namens und Demiansk, bei dem Kirchdorfe Weljo und in dessen Umgegend, ist die Menge der Geschiebe und Gerölle ungeheuer gross. Die ersteren, bis 11 Fuss im Durchmesser, sind an den Kanten abgenutzt. Manche Hügel, besonders deren Gipfel, bestehen ganz aus diesen Wanderblöcken, fast ohne Beimengung von Sand und Lehm, die erst in grösserer Tiefe die Gerölle einhüllen. Alle Felder sind so mit letzteren besäet, dass man sie sogar nach sorgfältiger Reinigung oft nur mit Mühe bebauen kann. Dieselbe Erscheinung, und zwar noch grossartiger, habe ich 1824 im Gouvernement Pskow, südlich von Opotschka, z. B. bei Wäss und Grigrewo gesehen, wo der Boden der Seen (bei Wäss) und Flüsse mit kopfgrossen, glatt abgeriebenen Geröllen förmlich gepflastert er-

scheint. Im Olonezer Bergrevier liegen dicke Geröllelager an unzähligen Stellen zu Tage. Man sammelt diese Steine zu Hunderttausenden von den Feldern und thürmt sie zu kleinen Pyramiden auf, zwischen denen der Pflug mit Mühe durch die noch immer steinreiche Ackerkrume gebracht wird. Ein mühselig Gewerbe.

Am häufigsten und massenhaftesten kommen die, frei an der Erdoberfläche liegenden, Gerölle mit Geschieben zusammen in der Form von Uferschwellen, von Åsar, und auf dem Boden der Flüsse und Seen vor.

Dass alte, aus Geröllen und Geschieben bestehende Uferwälle auch in beträchtlicher Entfernung von den heutigen Gewässern unseres Nordens vorkommen, ist allgemein bekannt. Man kennt sie in Estland, auf der Insel Oesel, auf Gothland; wir verweisen auf diesen Gegenstand in Herrn Professor Grewingk's lehrreicher «Geologie von Liv- und Kurland», in welcher auch ältere Schriftsteller über die Erzeugnisse der Quartairperiode in unserem Norden, wie Al. Schrenck und Fr. Schmidt, citirt werden, und auf Friedr. Schmidt's Abhandlung im Bullet. d. St. Petersburger Akademie d. Wissensch. Tome VIII. «Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und auf Oesel».

Als gutes Beispiel terrassenförmig abgelagerter Uferwälle kann man die, vom Marinekapitän Kosakewitsch, bei dem Gute Keiby an der Meeresbucht gleiches Namens (in Estland) beschriebenen anführen.

Sie verlaufen dem Ufer parallel, von Nord nach Süd, sind über 3500 Fuss lang, bis 14 Fuss hoch, die höchsten liegen 24½ Fuss über dem Meeresspiegel. Die folgende Schwelle liegt dann etwas tiefer, und so folgen sich die Absätze bis zum Meeresufer.

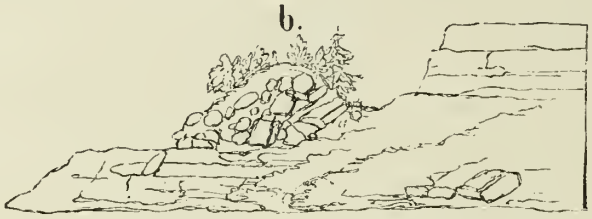
Alle diese Wälle bestehen aus flachen, ovalen Kalksteintäfelchen, die mit den Flächen auf einander liegen. Den Untergrund bildet grober Meeressand. Deutliche Beispiele von alten Steinuferwällen kommen am Onegasee, z. B. bei Kamennoi Bor, in der Nähe von Petrosawodsk vor.

Der Verfasser der «Baltischen Skizzen», Dr. Schultz (bekannt unter dem Namen Bertram) ist ein aufmerksamer Beobachter der erratischen Erscheinungen in Liv- und Estland. In seinem neuesten, noch nicht veröffentlichten Werke «Baltische Studien» erwähnt er eines alten, aus Wanderblöcken bestehenden Ufersaumes, der sich von Nemal, am Peipussee, über Kiwi-nömm, bei Söra und Konda, wo die Landstrasse ihn durchschneidet landeinwärts zieht. Hier scheint er sich zu theilen. Die eine Spur geht nach Lowere, wo das Land mit Steinen besäet ist: die andere führt im Halbkreise bis zu den Höhen, auf welchen das Gut Torma liegt, und hier zieht sich der alte Saum am Fusse derselben hin und stösst mit der ersten Linie wieder zusammen. Erst im Kirchspiele Koddafer nähert sich dieser Gürtel wieder dem heutigen Peipusufer. Dr. Schultz hält gewiss mit Recht diese Steinreihen für alte Ufersäume, die zu einer Zeit entstanden, als der Peipus noch höher stand und die Bucht, an welcher Torma Lohusu liegt, weiter ins Land sich hineinzog als jetzt. Am Westabhange der Tormahöhen findet sich auch ein Steingürtel und Hr. Schultz schliesst daraus, dass auch hier ehemals ein Wasserbecken gewesen sein muss.

Seltener dürften die Beispiele alter Uferwälle an Flüssen sein, und es mag darum eins angeführt werden.

Im Gouvernement Twer fliesst das Flüsschen Okunänka auf einer gewissen Strecke auf horizontalen Kalksteinschichten, in welche es sich tief eingeschnitten hat. Zwischen den an diesem Flusse liegenden Dörfern Fischowa und Iljina Gora, bemerkt man am oberen Thalrande, am Fusse einer steilen Felswand, einzelne kleine, dem Thale parallel verlaufende Hügel. Ihr Rücken ist ziemlich scharf, wie an manchen Åsar, und sie bestehen aus abgerundeten Blöcken krystallinischer, aus Finnland abstammender Gesteine und aus grosssen, scharfkantigen Blöcken des hier anstehenden Kalksteins:

b.



Geröllufer an der Okunänka.

Wenn diese Wälle, wie ich glaube, Naturerzeugnisse und keine Steinbruchshalden sind, so kann man sie nur für Reste alter Seitenmoränen oder alter, vom Eise, bei ehemals höherem Wasserstande, zusammengeschobener Uferwälle halten. Dass es keine Halden sind, scheint der Umstand zu beweisen, dass mit den Kalksteinblöcken zusammen auch nordisches Gerölle in ihnen liegt. Zu welchem Zwecke könnten die bei einem Steinbruche beschäftigten Arbeiter Granitgerölle auf die Halde gestürzt haben? Ich möchte hier noch hinzufügen, dass unter den vielen Geschieben mittlerer Grösse, die bei Fischowa vorkommen, ein grosser, abgerundeter Block dichten, rothen Kalksteins auffiel.

Da ich von den Sand- und Rollstein-Åsar später besonders sprechen werde und Beispiele von Seen mit Geröllboden bereits angeführt habe, so bleibt mir noch übrig, von den Geröllebänken in unseren Flüssen und an den Ufern einiger Inseln der Seen und des Meeres zu reden.

Von den durch Gerölle und Geschiebe-Anhäufung veranlassten Stromschnellen.

Die gefürchteten Stromschnellen unserer Flüsse sind ihrer Entstehung nach zweierlei Art. In den einen strömt das Wasser über die abgebrochenen, terrassenförmig angeordneten Enden horizontaler oder schwach geneigter Schichten unserer sedimentären Formationen hin, wie es in der hier folgenden Zeichnung dargestellt ist.

c.

Wenn auf solchen Absätzen auch noch Wanderblöcke gestrandet sind, so pflegen dergleichen Passagen für beladene Fahrzeuge sehr gefährlich zu sein.

In den andern staut sich das Wasser des Flusses oberhalb einer, aus Wanderblöcken bestehenden, den Fluss in die Quere durchschneidenden Barre an, und fliesst rauschend über den Gipfel und den flussabwärts geneigten Theil derselben hin. (*Fig. d.*)

Zu den Stromschnellen der ersten Art gehören mit wenigen Ausnahmen alle, im Gebiete der Silurischen, der Devonischen und der Bergkalk-Formation des nördlichen und mittleren Russlands vorkommenden. Wenn man den Wolchowfluss, von Tschudowo kommend, hinabfährt, gelangt man bei dem Dorfe und Flusshafen Gostinopolskaia an den Anfang der Rapiden dieses Flusses. Das schöne Erosionsthal ist hier in untersilurische Schichten eingeschnitten, welche von hier bis in die Gegend von Alt-Ladoga in absteigender Ordnung eine nach der anderen zu Tage gehen. Der Durchschnitt beginnt bei Gostinopolskaia mit dem Vaginatenkalk und endigt bei Ladoga mit dem Ungulitensandstein und blauen Thon.

Der Fall des Wolchow, von dem Flüsschen Shubka, am Anfange der Rapide, bis zu deren Ende bei Dubowik, $8^1/_2$ Werst, beträgt 29 Fuss 6 Zoll[1]).

Die Stromschnellen der Düna oberhalb Witebsk und bei Kokenhusen in Livland, gehen über devonische Kalksteinschichten hin, aber weder diese noch die am Wolchow sind so gefürchtet als die berüchtigten, im Gebiete des Bergkalks befindlichen Rapiden der Msta. Sie beginnen bei dem Dorfe und Flusshafen Rädok und enden bei Poterpelzi. Diese Entfernung beträgt 29 Werst (den Krümmungen der Msta folgend) und das Gefälle des Flusses auf dieser Strecke 29 Sashen = 203 Fuss. Die Strömung ist an verschiedenen Stellen verschieden stark; ruhige, beinahe stagnirende Wasserflächen wechseln mit wüthenden Katarakten ab, welche die beladenen Barken mit solcher Schnelligkeit fortreissen, dass sie die 29 Werst in 1 Stunde und 45 Minuten zurücklegen. An einzelnen Stellen steigert sich das Gefälle bis auf 7 Fuss auf einer Strecke von 160 Sashen = 1120 Fuss. Wo an solchen Stellen Bergkalkwände oder Gerölle und Geschiebeanhäufungen an den einspringenden Winkeln sind, hat man zum Schutze der vorüberfliegenden Barken künstliche Ufer aus Holz errichtet, an denen die Fahrzeuge hinstreifen, aber nicht zerschellen können. Ihre schlimmsten Feinde sind aber nicht die vorspringenden Ufer, sondern die auf dem Boden der Rapiden liegenden unsichtbaren Wanderblöcke. Wenn ein zu tief gehendes, schwer beladenes Fahrzeug pfeilschnell dahinschiesst, wie die Salzschiffe auf der, aus dem

1) Der Ilmensee, aus dem der Wolchow fliesst, liegt 47 Fuss 8 Zoll über dem Ladogasee, in den der Wolchow mündet.

Gmundner See fliessenden Traun, und auf einem grossen Block stösst, so ist es unwiederbringlich verloren. Nicht geringer ist die Gefahr, wenn das 42 bis 50 Fuss lange, aus einem einzigen Fichtenstamme angefertigte und eine ungeheure Federkraft besitzende Steuerruder, das von 10 bis 16 Mann gehandhabt wird, mit seinem unteren Ende an einen grossen erratischen Block stösst. Es prellt die an ihm stehenden Leute mit solcher Gewalt weg, dass sie getödtet und verstümmelt werden. Im Mai des Jahres 1839, in welchem ich die Stromschnelle besuchte, waren mehrere Menschen auf diese Weise getödtet und beschädigt worden. Wenn das Verunglücken einer Barke von den am Ufer errichteten Telegraphen nicht schnell genug flussaufwärts signalisirt wird, pflegt es nicht selten zu geschehen, dass noch andere Fahrzeuge auf das gescheiterte aufrennen.

Dass das Lotsengeschäft hier ein sehr einträgliches ist, braucht kaum gesagt zu werden. Aber nach jedem Eisgange und jedem hohen Frühlingswasser müssen die Lotsen die ganze 29 Werst lange Strecke auf's Neue untersuchen, weil die Wanderblöcke auch hier ihren Namen bewähren: sie wandern, vom Eise geschoben, von Stelle zu Stelle flussabwärts, bis ein geschützter Ort sie für lange Jahre aufnimmt. Freilich geschieht das mit grossen Blöcken seltener, aber unter Umständen können auch Geschiebe mittler und geringer Dimension der Schifffahrt gefährlich werden.

Ein zum Studium dieser Stromschnellen sehr geeigneter Ort ist das Gut Rownoie. Die Msta fliesst hier von Süd nach Nord. Auf ihrer Thalsohle und im Bette gehen schwach nach Süd geneigte Kalksteinlager zu Tage, über deren Schichtenköpfe das Wasser hinfährt. Auf diesen Absätzen haben sich zahllose Gerölle, $1^1/_2$ bis 6 und 10 Zoll im Durchmesser, angehäuft. Die meisten gehören den hier herrschenden Kalksteinen an, andere krystallinischen Gesteinen. Zu diesem Gerölle gesellen sich auch ziemlich grosse Blöcke von Granit, Glimmerschiefer und feinkörnigem Diorit.

Meine Anwesenheit in Rownoie fiel in die Zeit des niedrigen Wasserstandes, und ich hatte daher Gelegenheit, hier eine grosse, vom Eise und dem Wasser zusammengetragene Geröllbank zu sehen, deren Material zum Theil dem Bergkalke, zum Theil dem über ihm liegenden Blocklehm entnommen war.

Eine ungeheure Anhäufung nordischer Wanderblöcke, mitunter von grossen Dimensionen, habe ich in der Msta auch bei der in sie mündenden Peretna beobachtet. Sie liegen hier auf devonischem Sandsteine und verursachen kleine, nicht gefahrlose Stromschnellen.

Wenden wir uns nun zu den, durch Anhäufung von Wanderblöcken allein entstandenen Rapiden, so mögen die im Swirstrome befindlichen als Beispiel dienen. Die Ufer dieses schönen Stromes bestehen, mit Ausnahme seines oberen Laufes, an welchem Diorite, Quarzit und devonische Thone und Sandsteine zu Tage gehen, aus Blocklehm, Sanddünen, Morästen und Torfmooren. Der Blocklehm ist hier bisweilen 100 bis 120 Fuss mächtig und erhebt sich in hohen steilen Abhängen zu einer oder zu beiden Seiten des eingeengten Stromes. An solchen Stellen gehen breite, aus Geröllen und Geschieben gebildete Barren quer durch den Strom und dieser braust mit vermehrter Geschwindigkeit über sie hin. Von den

bekanntesten drei Rapiden des Swir, Medwedez, Purka und Sigowez ist die letzte die gefürchtetste, wegen einer scharfen Biegung, die der Strom an der reissendsten Stelle macht. Als ich im Jahre 1858 auf dem Kaiserlichen Dampfbote Ilmen diese Stromschnelle hinauffuhr, lief es in der Biegung so fest auf eine Geröllbank auf, dass es der Anstrengung von 60 bis 80 Menschen erst nach 1½ Stunden gelang, das Fahrzeug wieder flott zu machen.

Auch die ungefährlichen Stromschnellen der Newa bei Pella, sind durch eine solche Geröllbarre verursacht.

Ad 2.

Die in Sand und Lehm begrabenen Wanderblöcke unseres Diluvialbodens.

Wie gross die Menge der frei zu Tage liegenden, oder von Wasser bedeckten Wanderblöcke auch scheinen mag, so ist sie doch sehr gering gegen die im Diluvio begrabenen. und es besteht hier der beachtenswerthe Unterschied, dass im Diluvio meines Wissens noch nie Riesengeschiebe, wie wir sie oben beschrieben haben, sondern immer nur Geschiebe mittler und geringer Grösse nebst Geröll und Grus gefunden worden sind.

Was ich in Nachfolgendem über den Bestand und die Verbreitung des nordischen Diluviums Russlands und über die aus ihm gebildeten Alluvionen mittheilen werde, macht eben so wenig auf Vollständigkeit Anspruch, wie das von den freien Wanderblöcken Gesagte, sondern soll nur ein Beitrag zur Lösnng der, die erratische Zeit betreffenden Fragen liefern.

Um eine möglichst genaue Vorstellung von der Zusammensetzung unseres Diluviums zu erlangen, wollen wir dieselbe Ordnung einhaltend wie bei den Wanderblöcken, zuerst in Finnland und im Olonezer Revier, sodann aber in den südlich von ihnen liegenden Provinzen das Vorkommen desselben betrachten.

Der nördlichste Punkt, den ich im Olonezgebiete erreichte, ist die Mündung der Telekina in den Wygsee [1]). Als ich, von Powenez nach diesem See reisend, am Nordrande des Wolsees angelangt war, überstieg ich von hieraus einen, wie mir schien, von West nach Ost streichenden, breiten, 336 Fuss über dem Meeresspiegel erhabenen Höhenzug, auf welchem auffallenderweise gar kein anstehendes Gestein zu sehen war. Er besteht aus Blocklehm und Sand und ist als der Scheider zwischen dem Onegasee und dem weissen Meere zu betrachten, da er in der That eine divortia aquarum bildet. Der in dieser Gegend, z. B. am Wolsee, verbreitete Sand besteht nicht aus Quarzkörnern allein, sondern diesen sind immer scharfkantige Feldspathstückchen beigemengt, die von zerfallenen Granit herrühren. Südlich von dieser Gegend kann man bei Powenez, namentlich bis zur 7. Werst nördlich von der Stadt, bedeutende Ablagerungen diluvialen Sandes und Blocklehms sehen, deren Untergrund aus Granit besteht. In den Stromschnellen der Telekina, die so gefährlich

1) Siehe die Karte zu meiner Abhandlung über das Olonezer Revier. Memoiren der St. Petersburger Akademie d. Wiss. Tome III. N. 6.

sind, dass unser Bot in ihnen an einem Stricke behutsam hinabgelassen werden musste, liegen zahllose, zum Theil abgerundete, zum Theil scharfkantige Geschiebe dieser Granite.

Bei Powenez ist das Ufer des Onegasees flach und niedrig und besteht aus grobkörnigem, mit Feldspathkörnern gemengtem Sande und vielen erratischen Blöcken. Es erscheint hier auch derselbe gelbgraue, sandige Thon, den wir noch an manchen der Olonezer Seen kennen lernen werden und der auch hier zur Fabrikation von Ziegelsteinen verwendet wird. Vielleicht ist er jüngeren Alters, als der eben erwähnte Sand. Das Thal der, von ansehnlichen Höhen, in raschem Laufe kommenden Powentschanka, ist mit grossen, runden Wanderblöcken wie ausgepflastert. Sie scheinen alle aus dem Diluvialsande dieser Gegend herausgewaschen zu sein.

Dieser Sand zieht sich nach West bis Lumbuscha. Dieser Ort, an der Mündung des Baches gleiches Namens liegend, steht auf einer aus gelblichgrauem, sandigem Lehm bestehenden Niederung, auf welcher keine Wanderblöcke zu sehen sind. Ich halte sie für ein alluviales Erzeugniss des Sees, der, wie alte Uferwälle beweisen, ehemals einen höheren Stand gehabt haben muss.

Am Rande der Ebene erheben sich in West, Ost und Nord nicht unbedeutende [1]), amphitheatralisch ansteigende Höhen, die wiederum aus Sand, Wanderblöcken und Geröllen bestehen. In weiterer Entfernung vom See stösst unter diesem Diluvium der anstehende Granit hervor.

Gehen wir nun am Ostufer des Onega hinab, so sehen wir von Powenez bis Habselga, dasselbe thonigsandige Diluvium mit vielen Wanderblöcken verbreitet, in der Form von langen Sand- und Geröllehügeln (Åsar), deren Untergrund auch hier aus Granit besteht. Es wird später von ihnen die Rede sein.

Und so geht es fort über Lobskaia und Pigmatka nach Tscholmusha; diese ganze Ufergegend besteht aus Sand, Geschieben und Geröllen. Viele kleine Inseln, die dem Ufer vorliegen, zeigen dieselbe Beschaffenheit, so auch die südwestlich von Tscholmusha auf einer und derselben von NW. nach SO. verlaufenden Linie liegenden vier Inseln Pid, Iwanzow, Ched und Saïzkoi [2]). Die grösste von ihnen ist die vier Werst lange Insel Ched. Zwischen Pid und Iwanzow liegt noch ein kleiner Holm, und zwischen Iwanzow und Ched befindet sich eine aus Wanderblöcken bestehende Untiefe.

Ich besuchte die Inseln Iwanzow und Ched; beide bestehen, wie die übrigen Inseln aus Quarzsand und vielen Wanderblöcken, beide haben eine relative Höhe von 70 bis 80 Fuss, beide sind lang und schmal und haben gewölbte Scheitel; bei beiden ist der Westabhang steiler als der entgegengesetzte und erreicht einen Böschungswinkel von 30 bis 40 Grad, eine Neigung, wie man sie bei dem Abrieseln lockerer Substanzen oft beobachten kann. Die Blöcke haben, mit wenigen Ausnahmen, einen Durchmesser von 1 bis 3

1) Sie erreichen eine Höhe von circa 150 Fuss über dem Onega.

2) Siehe die kleine Karte der Halbinsel Saoneshje.

Fuss und sind ganz abgerundet; so auch die Blöcke, die in der Nähe des Ufers den Boden des Onega bedecken und von denen schon oben die Rede war.

Am Ostufer der Inseln liegt in buntem Gemenge das mannigfachste kleine Gerölle (Grus), in welchem bluthrother Eisenkiesel auffiel.

Obgleich nun diese Inseln ganz das Ansehen von Åsar haben, so bin ich dennoch geneigt, sie nicht dafür zu halten, nämlich nicht für Anhäufungen von Sand und Steingerölle, die ursprünglich in dieser Gestalt gebildet wurden, sondern ich halte sie vielmehr für die, der Zerstörung entgangenen Reste einer früheren, kontinuirlichen Diluvialdecke.

Derselben Meinung bin ich in Bezug auf die weiter nördlich, auf derselben Linie liegende, und ebenfalls aus Sand und Geröllen bestehende Insel Mäg, und auf die lange, schmale Landzunge (Nehrung), welche die Bucht von Tscholmusha im Westen begrenzt. Sie besteht aus zwei Theilen. Der nördliche ist hoch und breit und streicht von N. nach S. und heisst Ishgora; der südliche macht plötzlich eine Wendung nach SO. und ist niedriger. Wir überschritten ihn vier Werst nördlich von seinem südlichen Ende, wo er nur 210 Fuss breit und auf seinem scharfen Rücken 30 bis 40 Fuss hoch ist. Diese ganze Nehrung besteht aus Sand, Wanderblöcken und Geröllen.

Das niedere, sandige, mit Wanderblöcken reichlich versehene Ufer des Onega, von Tscholmusha über Pälma bis Pudoshgorskoi, mag alluvialen Alters sein, aber bei Pudosh erscheinen wiederum mächtige Diluvialmassen aus Sand und Geschieben und Geröllen. Die Stadt liegt selbst auf einer aus diesen Materialien bestehenden Höhe, die von einem 60 Fuss tiefen Thale durchschnitten ist. Das Diluvium zieht sich von Pudosh flussabwärts bis Podporoshje und in südlicher Richtung bis Hakrutschei, wo es aus Lehm und Wanderblöcken besteht. Dann aber folgt über Muromskoi bis Andomskaia Gora eine Niederung aus Flugsand und ohne erratische Blöcke.

Es mag hier eines eigenthümlichen, röthlich-grauen Thonlagers erwähnt werden, das ich 1 Werst unterhalb Pudosh, am linken, 28 Fuss hohen, steilen Ufer der Wodla beobachtete. Es enthält kleinste, staubartige Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen und ist so fein geschichtet, dass die einzelnen Lagen höchstens die Dicke einer dünnen Pappe erreichen; sie fallen mit 9 Grad nach Nord, und an zwei Stellen fand ich kleine Gerölle von Granit und Diorit und an anderen Stellen flache, lagerartige, bis 7 Fuss lange Nester eines lockeren, hellgelben Sandes in ihnen. Ausserdem aber finden sich in dieser Thonablagerung die von Herrn von Nordenskjöld *Pegothokiten* genannten Körper. Ich habe ihrer in einem an K. C. v. Leonhard, im Neuen Jahrbuche für Mineral- und Petrefaktenkunde 1860 abgedruckten Briefe bereits erwähnt; es sind cylindrisch gestaltete, bis einen Zoll im Durchmesser haltende Concretionen desselben Thones, die sich um, in denselben eingedrungene, Wurzelfasern gebildet haben. Man nimmt gewöhnlich an, dass durch solche Fasern, wenn sie bereits verrottet waren, sogenannte Quellsäure in den Thon gelangte und sich mit einigen Bestandtheilen desselben, z. B. mit dem Eisenoxyd oder Kalk zu einer festeren Substanz

verband. In vielen dieser Körper war die Wurzelfaser bereits verschwunden und hatte nur eine hohle Axe zurückgelassen; in mehreren aber war sie noch vorhanden und dann immer von Feuchtigkeit durchzogen.

Auch fand ich Aststücke von Coniferen mit verkohlter Rinde in diesem Thone, der auch noch weiter an der Wodla hinab, wiewohl nicht mehr in solcher Mächtigkeit, beobachtet werden kann. Diese Körper sind nicht zu verwechseln mit den sogenannten Brillensteinen, zu denen auch die Imatrasteine gehören, die offenbar einen anderen Ursprung haben.

Ich bin geneigt, diesen und den ganz ähnlichen Thon an der Olonka, an der Neva und anderen Flüssen unseres Nordens, für eine ältere Alluvion, also für eine jüngere Bildung als der Blocklehm, zu halten.

Andomskaia Gora ist ein 150 hohes, malerisches, aus devonischen Sandsteinen bestehendes Plateau, das an der linken Seite der Mündung des Andamoflusses ein Promontorium bildet. Auf seinem Scheitel liegt Blocklehm und Sand. Die äusserst steilen, dem See zugewendeten Abhänge werden von Zeit zu Zeit von Erdschlipfen heimgesucht. Die kräftige Brandung benagt den Fuss der Wände, und grosse Massen der letzteren rutschen in die Tiefe und mit ihnen der diluviale, mit Blöcken beladene Lehm. Wir sahen 1856 einen solchen, auf der halben Höhe steckengebliebenen Rutsch, auf dem die jungen Fichten in schräger Stellung noch in voller Kraft sich erhalten hatten. Der schmale Ufersaum besteht nur aus alluvialem Gerölle und Wanderblöcken, von denen ein Theil durch Eisschollen herangetragen sein mag; ein anderer Theil ist aber ohne Zweifel von der Höhe herabgeglitten.

In dem breiten, von steilen Felswänden begrenzten Thale der in das Südende des Onega fliessenden Ileksa bildet ein mit Wanderblöcken beladener, rother Sand lange, von NW. nach SO. streichende Hügelreihen, deren Rücken entweder gewölbt, oder eben und horizontal sind. Ich glaube, dass sie die Reste des devonischen Sandsteins sind, der einst diese 12 Werst breite Niederung ausfüllte und in der Diluvialzeit zerstört und mit Wanderblöcken vermengt wurde.

Bei Wytegra besteht das Diluvium aus rothem Blocklehm, ganz von der Beschaffenheit wie er in Russland, südlich von dem Gebiete der krystallinischen Gesteine unseres Nordens, angetroffen wird.

Ich breche hier ab und begebe mich wieder in den Norden zum Segsee, um von hieraus eine zweite Reihe von Beobachtungen über das Diluvium und die in ihm begrabenen Blöcke mitzutheilen. Sie endet ebenfalls am Südende des Onega und geht an dessen Westseite hin.

Das südliche Ufer des Segsees ist von hohen, gewölbten Bergen aus Granit und krystallinischen Schiefern gebildet. Bei dem Dorfe Masselga zieht sich eine lange, schmale Bucht landeinwäts und findet in einem niedrigen Morast noch eine Verlängerung bis zu dem kleinen Lewgasee. Aus diesem Morast tritt an einer Stelle Diluviallehm mit einzelnen Wanderblöcken hervor; ausserdem beobachteten wir ihn noch auf einer Höhe, am nördlichen Ende des Beresowa-Berges.

Als wir von Masselga über Jewgary nach Padanskoi reisten, bemerkten wir aus Sand, Wanderblöcken und Grus bestehende Diluvialmassen. Einzelne, übrigens frei liegende, Blöcke erreichen eine ansehnliche Grösse und sind scharfkantig.

Zwischen Sselezkoi und dem Dorfe Jangosero, am See gleiches Namens, besteht das Diluvium aus Sand, Grus und Geröllen und bildet an einer Stelle einen schönen Ås, der weiter unten beschrieben werden soll. Bei Soldosero zeigt es denselben Charakter und bildet hier ebenfalls einen Ås, aber weiter im Süden bei Swätnawolok, am westlichen Ufer des Paljosees, tritt am Abhange des felsigen Ufers diluvialer Blocklehm auf.

An heiteren Tagen sieht man von Swätnawolok aus am westlichen Horizonte eigenthümlich gestaltete Höhen. Ich bat meinen Begleiter Obodowsky, im Sommer 1858, dieselben zu besuchen, und erfuhr später von ihm, dass sie 5 Werst nordöstlich von dem Dorfe Lindosero liegen und eine, unter dem Namen Waramäggi bekannte, aus drei Bergen bestehende Gruppe bilden. Sie bestehen aus Sand und Granitblöcken und sind sehr steil. Auch südlich von hier, bei dem Dorfe Fomin Nawolok und am nördlichen Ufer des Watschelsees, bildet ein sandiges Diluvium hohe Hügel und Åsar, die Obodowsky aber nicht näher beschreibt.

Gehen wir nochmals an den Segsee zurück und betrachten wir die zwischen ihm und dem Sandalsee und in der Saoneshje beobachteten Diluvialmassen. Die ganze Gegend ist hochügelig, die Hügel und Berge bestehen aus Granit und krystallinischen Schiefern, und der Boden aller Thäler ist vorzugsweise von diluvialem, mit Wanderblöcken wohlversehenem Sand, selten mit diluvialem Lehm bedeckt.

Wie überall in unserem Norden, so kann man auch hier bemerken, dass die Menge der im Diluvio steckenden Wanderblöcke an verschiedenen Stellen eine sehr verschiedene ist. Ueberschreitet man z. B. den Kumssafluss zwischen dem Segsee und Tschobina, so wird man sein Bette an vielen Stellen mit Wanderblöcken oft ganz angefüllt finden. Das Wasser braust in Katarakten über sie hin und sie sind offenbar durch Erosion aus dem Sande herauspräparirt, der die Thalsohle bedeckt, ja das Thal, wenn es nicht sehr tief ist, bis fast an den Rand anfüllt.

Betrachtet man dagegen ihr Thal bei der Sacharjewschen Sägemühle, wo es 120 Fuss tief in lockeren, feingeschichteten Sand eingeschnitten ist, so wird man nur in dem unteren Theile des letzteren abgerundete Wanderblöcke und auf dem Boden des Flusses nur wenige bemerken. Nahe bei der Mühle hatte man einen 70 Fuss tiefen Brunnen in diesem Sande angelegt, ohne auf viele Blöcke zu gerathen. Da die Mündung des Brunnens 7 Fuss über dem Niveau der Kumssa liegt, so ergiebt sich hier für die diluviale Sandmasse eine Gesammtmächtigkeit von mindestens 183 Fuss.

Auch zwischen Tschobina und Ostretschje ist das Kumssathal hoch mit Sand angefüllt, und von der Höhe bei der Sägemühle an den Onega hinabsteigend, überschreitet man diluviale, mit Wanderblöcken gemengte Sandmassen, die sich hier, wie auch weiter oben, an Granite und metamorphische Schiefer anlehnen und auf ihnen ruhen.

Geht man von der Mündung der Kumssa über Perguba und Käppeselga nach der Unizabucht des Onegasees, so überschreitet man wieder mächtige Diluvien.

So z. B. besteht das nordöstlich von Perguba belegene, niedrige Vorgebirge Ussow aus grauem Lehm mit Wanderblöcken; er ist sehr mächtig und lehnt sich an die felsigen Berge, welche die Pergubabucht von drei Seiten dominiren.

Auch zwischen Perguba und Käppeselga ist das Diluvium sehr mächtig. Wenige Werst südlich von Perguba, dicht an der Poststrasse, hat sich ein Flüsschen 30 Fuss tief in losen, fein geschichteten Sand eingegraben, der sich an steilfallende, metamorphische Schichten anlehnt. Noch weiter nach Süden, auf der 6. bis zur 13. Werst von Käppeselga nach Perguba, geht man über ungeheure Anhäufungen geschichteten, stellenweise von Eisenocher durchzogenen Sandes und Gruses hin, der eine ungewöhnlich grosse Menge sowohl abgeschliffener, als auch scharfkantiger Wanderblöcke und Gerölle enthält. Hie und da stossen aus diesem Diluvio geschliffene Dioritkuppen zu Tage.

Besonders instruktif sind die Durchschnitte, welche man zwischen Käppeselga und Unizy beobachten kann. Grauer Lehm mit vielen Wanderblöcken ist hier sehr mächtig und sehr verbreitet und von gelben Sand und Grus überlagert.

In der Nähe von Unizy, an dem kleinen See, aus welchem der Unizabach in den Onega fliesst, liegt unter einer 6 Zoll dicken Torfschicht wieder der graue, feingeschichtete Ziegelthon; aber auf den südlich von Unizy befindlichen Inseln Bardowa, Kakorina und Kutko besteht das Diluvium aus losem, gelbem oder hellgrauem Sande mit erratischen Blöcken und Gerölle.

Wir treten nun in die Halbinsel Saoneshje ein, auf welcher das Diluvium sich durch eine eigenthümliche Beschaffenheit auszeichnet, indem es an vielen Stellen zum Theil aus einer schwarzen Erde besteht, die, wie ich glaube, aus der Verwitterung des, auf Saoneshje sehr verbreiteten Thonschiefers hervorgegangen ist. An keinem Orte kann wohl das Zerfallen des schwarzen Thonschiefers, und zumal des harten lyditartigen, besser beobachtet werden, als an dem Berge Baryshniza, in der Gegend von Tolwuja. Nicht nur ist er an seiner Oberfläche ganz und gar in kleinste, scharfkantige Stückchen, sondern sogar zu schwarzem Staub zerfallen, und diese bilden den Hauptbestandtheil der fruchtbaren, hier verbreiteten schwarzen Erde.

Am Fusse des Berges ist in einer kleinen Niederung grauer Thon abgelagert, aus dem man hier Ziegelsteine fabricirt.

Schon bei dem Eintritte in diese Gegend kann man, am nördlichen Ende des Kosmosees, einen grossen Ås sehen, der weiter unten beschrieben werden soll und der aus Sand, schwarzer Erde und erratischen Blöcken besteht. Er vereinigt sich mit dem Diluvialrücken, der hier den Kosmosee von der Swätuchabucht trennt.

Dieselbe Beschaffenheit hat der niedere Diluvialboden bei Kashma, am Eingange in die Swätucha; hier ist aber grauer Lehm an die Stelle des Sandes getreten; über ihm liegt schwarze Erde, beide mit Wanderblöcken versehen. Auch die schmale Landzunge, welche

die Bucht von Keftenizy vom Onega trennt, und aus Diorit besteht, ist von schwarzer Erde, Wanderblöcken und Geröllen bedeckt.

Auch die hochgewölbte, aus Diorit bestehende Kuppe, welche man zu übersteigen hat, wenn man von dem Südende der Swätucha nach dem Dorfe Kosmosero hinübergeht, ist von schwarzer, mit erratischen Blöcken reich versehener Erde bedeckt. Wir sahen hier frei liegende Granite und Gneissgeschiebe von bedeutenden Dimensionen.

Zwischen Tolwuja und Foimaguba ist der hochhügelige Boden wieder aus grauem Blocklehm, ohne Beimengung von schwarzer Erde, zusammengesetzt; desto auffallender ist aber ein grösstentheils aus Thonschieferstücken, ausserdem aus Sand, Granit, Gneiss und Dioritblöcken bestehender Ås, auf dessen Rücken der Weg von Foimaguba nach Welikaia Guba, drei Werst weit hinläuft. Er befindet sich am rechten Thalgehänge des Paltegaflüsschens, der senkrechten, am linken Ufer verlaufenden Felswand des Berges Jakor-bor gegenüber, und gehört zu den wenigen, die man ebenfalls für eine Längsmoräne halten könnte. Ich werde auch über ihn später etwas ausführlicher berichten.

Bei Kusaranda, an der Saoneshje fehlte die schwarze Erde im Diluvio. In den Winkeln der Buchten, die hier in das niedere Ufer einschneiden, ist ein grauer, fetter Thon abgelagert. Als ich einige Fuss tief in ihm graben liess, kamen Wanderblöcke zum Vorschein, und wo hier Sand mit Geröllen und Blöcken vorkommt, liegt er über dem Thone, wie das an allen Diluvialmassen Russlands beobachtet wird. Am Ufer sind Tausende von Blöcken aus diesem Diluvio herausgewaschen; viele von ihnen mögen auch vom Eise herangetragen sein. Die einen lassen sich natürlich von den anderen nicht unterscheiden. Diesen grauen, plastischen Thon sahen wir unter einer Decke von Quarzsand, bei Tipenizy wieder, und die Menge der freiliegenden und im Thone steckenden Wanderblöcke, so wie deren Dimensionen sind sehr gross. Ich sah hier einen scharfkantigen Dioritblock von 10 Fuss Länge, 7 Fuss Höhe und 8 Fuss Breite. Zwischen Welikaia Guba und Tipenizy liegt auf dem Boden des Onega Block bei Block, ohne die geringste Beimengung von Sand. Aber in der Nähe von Kusaranda, bei dem nur $1^1/_2$ Werst entfernten Dorfe Witschina, besteht der Hügel, auf dem es steht, aus schwarzer Erde und diese ist von Geröllen schwarzen, lyditartigen Thonschiefers förmlich überfüllt, wie wir das auch auf der Insel Kish sahen, und ausserdem mit Blöcken von Granit und anderen krystallinischen Gesteinen reichlich versehen, unter denen Gneiss, Quarzit, Diorit und harter Thonschiefer.

Zwischen Welikaia Guba und Kish, bei Kondobereshskoi, ist der ganze Strand über und über mit Wanderblöcken besäet, unter denen man scharfkantige Dioritgeschiebe und gerollte Granite von 7 bis 10 Fuss Länge bemerkt. Steigt man aber landeinwärts an, so wird man sehen, dass eben solche Blöcke hier von fetter, schwarzer Erde umhüllt sind.

Dasselbe sieht man auf der aus Diluvialmassen bestehenden, durch das Vorkommen von Amethystdrusen bekannten Insel Wolkostrow und auf deren Nachbarinsel Kish.

Dieses, wegen seiner Fruchtbarkeit merkwürdige kleine Eiland ist ganz aus fetter, schwarzer Ackererde zusammengesetzt, in welcher dicht gedrängt abgerundete Blöcke

von Granit, Quarzit, Diorit, Thonschiefer und Kieselschiefer liegen, aber immer nur von einigen wenigen Fuss im Durchmesser und von dieser Grösse herab bis zu dem kleinsten Gerölle. Dieses letztere besteht vorherrschend aus schwarzem und dunkelgrauem Thonschiefer und Lydit. Auch hier möchte es nicht zu bezweifeln sein, dass das schwarze Cement des Diluvium nichts weiter als ein zu Pulver zerfallener und zerriebener kieselreicher Thonschiefer ist. Auf dem hohen Hügel, welcher das Gotteshaus der Insel trägt, sind die Wanderblöcke, offenbar durch allmähliches Herabspülen der schwarzen Erde, ganz dicht zusammengerückt, wie auf einem Steinås.

Die ganze Ostküste der grossen Insel Klimezkoi ist ausserordentlich reich an Wanderblöcken; sie sind zu langen, in den Onega vorspringenden Riffen angehäuft, denen, ebenfalls aus Geröllen bestehende Inselchen vorgelagert sind. An vielen Stellen des Ufers, z. B. bei dem Vorgebirge Wojew, kann man solche Blöcke in Thon und Sand eingehüllt sehen. In der kleinen Bucht, an welcher an der Südspitze der Insel das Kloster Klimezkoi steht, besteht das Ufer aus gelbem Quarzsande, eine am Onega im Ganzen sehr seltene Erscheinung.

Wie Hunderte von Inseln im Onega und in anderen Olonezer Seen, so ist auch Klimezkoi eine durch Diluvialfriktion abgeschliffene und geschrammte Schäre. Sie erstreckt sich von Nord nach Süd. Das Diluvium mit seinen zahllosen Wanderblöcken tritt vorzugsweise an dem Ostufer auf.

Westlich von Klimezkoi liegt die lange, von Nord nach Süd streichende Insel Lölikow; sie besteht ganz aus den mannigfachsten Geschieben und Geröllen, die in einer sandigthonigen Hülle liegen. Um hier den Boden anbauen zn können, hat man, wie überall in unserem geschiebereichen Norden, die Steine von den Feldern, so viel als möglich weggeräumt und in Pyramiden gesammelt.

Eben so ist es auf der grossen, nördlich von Lölikow liegenden Halbinsel, z. B. bei Lipowizy und bei Wögoruksa oder Bolschoi Dwor, wo der ganze Boden des Längenthals, zwischen den Dioritbergen am Ufer, und dem weiter landeinwärts, ebenfalls von Nord nach Süd streichenden, 300 Fuss hohen Thonschiefergebirge, von thonigsandigem Diluvium mit erratischen Blöcken verschiedenster Grösse und Beschaffenheit, bedeckt ist.

Nördlich von hier sehen wir auf der Insel Kolg einen, aus grauem, diluvialem Lehm und Grus bestehenden, reichlich mit Wanderblöcken versehenen Ås, und an der Tschorgabucht bis Lishma bedeckt ein mächtig entwickeltes Diluvium, die aus Diorit bestehenden, geschliffenen und geschrammten Uferfelsen. Es besteht in den Niederungen aus grauem Lehm, auf den Höhen aus dicken Lagen gelben Sandes, beide angefüllt mit Wanderblöcken. Der Sand erscheint sogar auf den höchsten Punkten.

Auch bei Lishma und nördlich von hier beoachteten wir dieselben Diluvialmassen und fanden an einer, 3 Werst NW. von Lishma befindlichen Stelle, unter Geröllen von Granit, Quarzit, Diorit etc. mehrere vollkommen abgerollte Blöcke von Kupfererz. Sie bestehen vorzugsweise aus Kupfergrün und man bemerkt in ihnen ausserdem noch Kupferglanz und

Rothkupfererz. Der grösste hatte 2 Fuss im Durchmesser und wog über 80 Pfund. Bei fleissigem Suchen würde man ihre ursprüngliche Lagerstätte, nördlich von dieser Stelle auffinden können.

Südlich von Lishma, bei Mänselga, auf der fünften Werst von hier auf dem Wege nach Lishma, haben wir wieder einen aus grauem Lehm und vielen Granit- und Thonschieferblöcken bestehenden Âs zu registriren, dessen Eigenthümlichkeiten später beschrieben werden sollen.

Begeben wir uns von hier zum Sandalsee, so haben wir zunächst in der Nähe von Kondopoga und auf dem Wege von hier nach der Station Ssunskaia eines sehr mächtigen, aus lockerem Sande und Blöcken weisslichen Granits, Gneisses, Quarzits und Diorits bestehenden Diluviums zu erwähnen, das hoch auf die Berge hinaufsteigt und aus welchem die Kuppen des hier anstehenden Diorits nur spärlich emportauchen.

Das östliche Ufer des 40 Werst langen Sandalsees ist gebirgig und felsig, das Westufer niedriger und flacher und aus Diluvialmassen zusammengesetzt.

Die vielen Inseln im nördlichen Theile des Sees bestehen aus Thonschiefer und Diorit, so auch Lytschnoi, die grösseste unter ihnen. Wendet man sich aber von dieser Insel nach dem, am Westufer liegenden Dorfe Sopochi, so kommt man an zahlreichen, kleinen, aus Sand, Wanderblöcken und Geröllen bestehenden, niedrigen Inseln vorüber. Dieselbe Beschaffenheit hat das Land zwischen dem Sandal nnd dem Ssunaflusse. Man überschreitet hier ungeheure Sandmassen, in denen an vielen Orten zahlreiche Wanderblöcke begraben liegen.

Noch wäre in diesem See der Insel Poperetschnoi (die Querinsel) zu erwähnen. Sie liegt in der südlichen Hälfte des Sandal und hat ihren Namen davon, dass ihre Längenaxe von SW. nach NO. gerichtet und mithin rechtwinklig zu der nordwest-südöstlichen Richtung des Sees ist.

Poperetschnoi besteht ganz und gar aus Sand, Blöcken und Geröllen krystallinischer Gesteine.

Am nördlichen Ende des Sundsees und an dem Ssunaflusse, bei dem Dorfe Ussuna und von hier nach Koikora hin, erscheint wieder eine massenhafte Ablagerung lockeren Sandes ohne Wanderblöcke; sie schneidet aber in der Nähe von Koikora, an einem Flüsschen, sehr scharf von einem, mit erratischen Blöcken übersäeten Terrain ab, und könnte man geneigt sein, diesen Sand und die Anhäufungen von Blöcken für zwei, der Zeit nach verschiedene Bildungen, zu halten.

Sehr mächtig entwickelt ist das aus Sand und Wanderblöcken und Geröllen bestehende Diluvium an den Seen Pert und Kontsch, z. B. in der Gegend der Kontscheserschen Eisenhütte und auf dem schmalen, die Seen Uksch und Kontsch trennenden, Isthmus; auch bei der Poststation Schuja, und auf dem Wege von Ssunskoi nach Schuja. Der lehmige Diluvialsand, entweder ohne Blöcke, oder auch reichlich vermengt mit Blöcken von Granit, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Gneiss, Diorit, Aphanit, weissem Quarz, steigt mitunter

zu sehr ansehnlichen Höhen an und maskirt vollständig die hier herrschenden, anstehenden Gesteine, Diorit, Thonschiefer und sogenannte Ssolomensche Brekzie.

Es setzt dieser Blocksand auch weiter nach Süden fort über Suloshgora nach Petrosawodsk und bildet 7 Werst nördlich von letzterem einen hohen Ås, über welchen die Poststrasse führt.

Am ganzen Westufer des Onega, von Petrosawodsk bis Wosnessenje, ist der mit abgeschliffenen Geschieben, mit Gerölle und Grus beladene, diluviale Sand in grösster Verbreitung, und steigt vom Ufer des Sees bis auf die höchsten Höhen an. An vielen Stellen liegt auch wohl Blocklehm unter ihm, getragen von anstehendem Onegasandsteine. Wir haben aber hier wieder einer besonderen Escheinung zu erwähnen. Wie auf den Kishinseln und bei Kusaranda der die Wanderblöcke umhüllende Boden von verwittertem Thonschiefer schwarz gefärbt ist, so hat er bei Schokscha, am Westufer des Onega, eine schöne ziegelrothe Farbe. Der hier verbreitete himbeerfarbene oder ziegelrothe Onegaqnarzit ist durch einen eigenthümlichen Zerstörungs-, nicht Verwitterungsprozess, wie der Thonschiefer und Lydit der Saoneshje, in Sand zerfallen und hat dem an anderen Orten gelb oder grau gefärbten Diluvialsande, dem er sich beimengte, die rothe Färbung gegeben. Dieser rothe Sand, in welchem oft nur sehr wenige Wanderblöcke zu sehen sind, liegt in der Gegend von Schokscha in ungeheuren Massen auf blockreichem, thonigsandigem Diluvium von gewöhnlicher Färbung. Hier sowohl, als auch bei Scholtosero und ebenso an den Nebenflüssen des Swir: Ladwa, Rshanoi, Iwina, pflegen in dem diluvialen Thon und im Sande, mit den gerollten Blöcken und Geröllen von Granit, Gneiss, Diorit etc. viele scharfkantige Blöcke des hier verbreiteten Quarzits zu liegen. Auf dem Wege von Schokscha nach Wosnessenje kann man das am schönsten bei dem Dorfe Rosmäga beobachten.

Das Dilnvium ist hier sehr mächtig, die Anzahl der Blöcke verschiedenster Art sehr gross, ihre Dimensionen sind aber nie bedeutend. Bald sieht man Anhäufungen von Blöcken ohne Sand und Thon, bald sind sie in diesem begraben, bald erscheint der Sand ohne Blöcke und Gerölle, oder er enthält gar keine Blöcke, sondern nur Grus und Gerölle von Erbsen- bis Faustgrösse. Dieser letztere wird hier zur Herstellung der Wege verwendet.

Sehr mächtig entwickelt ist das Diluvium auch zwischen Petrosawodsk und den Dörfern Lossossinnoje und Maschosero. Es steigt auf die 200 Fuss über Petrosawodsk[1]) sich erhebenden Berge hinauf, und seine sehr zahlreichen Wanderblöcke liegen nahe bei einander, sowohl in granem Lehm, als in dem ihn überlagernden, gelben Sande. Es bildet hier oft hohe, spitze Hügel, oder tritt auch wohl in der Gestalt von Åsar auf. So z. B. zwischen zwei Morästen, dem sogenannten Grossen und dem Brussinschen.

Einige Werst NO. von Lossossinnoje befinden sich steile Hügel, die ganz aus Wanderblöcken bestehen, bis an den Gipfel Block bei Block, ohne Beimengung von Sand.

Wir überzeugten uns, dass auch hier das Diluvium auf Onegaqnarzit liegt.

---

1) Der Onega liegt 253 Fuss über dem Meeresspiegel.

Am Südufer des Onega, von Wytegra über Konduschskoi, Megorskoi und Oschtinskoi bis Wosnessenje, ist das Diluvium sehr mächtig entwickelt, tritt aber nicht bis an den See heran, sondern ist von diesem durch eine sumpfige Niederung alluvialen Alters getrennt. Es steigt auch hier aus den Thälern, deren Boden es bedeckt, auf die aus horizontalen Bergkalkschichten bestehenden Höhen hinauf.

Und ebenso ist es an beiden Ufern des Swir, nur mit dem Unterschiede, dass der Blocklehm und Sand hier nicht auf Bergkalk, sondern am oberen Swir auf Onegaquarzit, am mittleren auf devonischen Schichten aufliegt. Weiter hinab am Swir ist unter dem Diluvio nichts Anstehendes mehr zu sehen. Zu den instruktivsten Punkten am rechten Ufer des Stromes, an denen man die Mächtigkeit und die Zusammensetzung des Diluviums beobachten kann, gehört das Dorf Pidminskoi oder vulgo Pidma.

Wenn man von Wosnessenje, stromabwärts über das Dorf Plotitschna hinausgekommen ist, erheben sich die Ufer immer höher und werden sehr malerisch.

Bei Pidma sind die Schichten durch das Flüsschen gleiches Namens gut entblösst. Oben erscheint ein 50 Fuss mächtiges Diluvium aus röthlich grauem Lehm mit vielen Geröllen und Wanderblöcken und unmittelbar unter ihm ein rother Thon, und noch tiefer dünn geschichteter, rother Sandstein, beide der devonischen Formation angehörend.

Wenn man zu Lande am linken Ufer des Swir hinabreisend, sich der Stadt Lodeinoje Pole nähert, so senkt sich der Weg von einer hohen bergigen, aus Blocklehm und diluvialem Sande bestehenden Gegend, in welcher die Orte Juksowa, Iwanowskaia und Bardowskaia liegen, allmählich herab, und wenige Werst von Lodeinoje Pole erreicht man in der Nähe des Stromes eine mächtige Ablagerung von lockerem Sande, in welchem keine Wanderblöcke mehr zu bemerken sind. Ich halte ihn, wie alle ähnlichen Sandmassen, für eine ältere Alluvion, oder für ein jüngeres Diluvium. Da man bisher in solchen Sandmassen keine organischen Reste gefunden hat, mit Ausnahme von jetzt lebenden Süsswassermuscheln, z. B. Ciclas cornea an der Narova und bei Fall in Estland, und verrottete Reste jetzt lebender Coniferen und Laubbäume, und da diese Reste möglicherweise auch in eigentlichen Diluvialschichten gefunden werden könnten, so hat die Altersbestimmung Schwierigkeit, oder mit anderen Worten: es ist eben unmöglich, eine Grenze zwischen Diluvium und Alluvium zu ziehen.

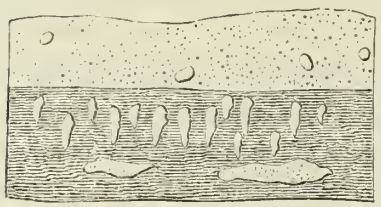
Der erwähnte Flugsand ohne Blöcke hält bis über den Ojatfluss hinaus an und verschwindet erst am Fusse jenes hohen, über 20 Werst breiten Plateaus, das aus graurothem Blocklehm besteht und das sich bis an den Paschafluss erstreckt. Die in diesem Lehm begrabenen Wanderblöcke und Gerölle sind der verschiedensten Art: rothe und weisse Granite, Gneiss, Glimmerschiefer, Diorit, Quarzit; aber ich habe unter ihnen keinen einzigen Block des rothen Onegaquarzits gefunden und keinen einzigen Block sehr bedeutender Grösse bemerkt.

Gehen wir nun nach Finnland hinüber, um auch hier einige, Blöcke und Gerölle enthaltende Diluvialmassen zu beobachten, um uns dann einen kurzen Rückblick auf diese und die im Olonezer Bergrevier verbreiteten zu gewähren.

Wenn man von Petrosawodsk über Olonez nach Westen reist, erhebt man sich jenseits der Station Polowinnaia allmählich auf ein hohes, aus Diluvium zusammengesetztes, hügeliges Plateau. Bald führt der Weg über Sand, der weder Blöcke noch Gerölle enthält, an anderen Stellen über Sandmassen, die mehr oder minder reichlich mit ihnen versehen sind; bald sieht man Anhäufungen von Grus, bestehend aus kleinen, bis 1 Zoll langen, immer ganz abgerundeten Gesteinsstücken, oder auch Anhäufungen von abgerundeten Blöcken mittlerer Grösse von 1 bis 2 und 5 Fuss im Durchmesser. Das Terrain ist sehr koupirt, hohe Hügel mit scharfen Rücken, auch rundliche Kuppen und trichterförmige Vertiefungen ohne allen Ausgang zur Seite, deren weiter unten erwähnt werden soll. Obgleich auf diesem ganzen Wege von Petrosawodsk bis Olonez kein fester, anstehender Grundfels zu sehen ist, so habe ich doch zu erwähnen, dass auf der fünften Werst von Swätogorskoi nach Präshinskaia, in einer 200 Schritte langen Vertiefung, dicht am Wege, Hunderte von grossen, scharfkantigen Blöcken eines rothen, grobkörnigen Granits dicht beisammen liegen. Unter ihnen bemerkt man aber auch einige wenige Blöcke eines helleren Granits. Da diese Blöcke nicht abgerollt und von einer Beschaffenheit sind, so könnten sie möglicherweise das zerstörte Ausgehende eines anstehenden Granits sein. In diesem Falle würde das Diluvium hier auf Granit aufliegen und eine geringere Mächtigkeit haben, als es den Anschein hat.

Mit der Annäherung an die Stadt Olonez steigt man von dem hohen Diluvialplateau hinab auf lockeren, fast gar keine Wanderblöcke enthaltenden Flugsand. Der Olonkafluss hat sein Bette hier bis 24 Fuss tief in ihn eingegraben, und in der Nähe der Stadt kann man am 20 Fuss hohen, linken Ufer der Olonka die Auflagerung dieses Sandes auf einen braungrauen, sehr feinblättrigen Thon sehen (*Fig. f*), der ohne Zweifel identisch mit dem an der Wodla beobachteten ist, und ebenfalls Pegothokiten enthält. Auf einem Zoll dieses Thones zählte ich 15 bis 16 mit einander abwechselnde, gelbgraue und aschgraue Lagen. Sie sind horizontal und umschliessen auch hier, ganz wie an der Wodla bei Pudosh, flache Nester lockeren Sandes. Es fanden sich aber auch in diesem Thone wohl erhaltene Schalen von jetzt lebenden Arten von *Paludina*, *Unio* und *Ciclas*, aber von Geröllen sah ich in ihm nur ein abgerundetes Stück Glimmerschiefer und ein eben solches von Sandstein.

f.



Von den Wanderblöcken, welche am Nordostufer des Ladogasees in und auf grossen Massen lockeren Sandes liegen, ist schon oben gesprochen worden; wir gehen daher sogleich weiter nach Pitkaranta, ebenfalls am Ladoga. Die ganze Gegend hat sehr mächtige Dilu-

vialmassen aufzuweisen und auch in den mannigfaltigsten Mengungsverhältnissen von Thon, Wanderblöcken, Geröllen, Grus und Sand.

Etwa 16 Werst von Pitkaranta auf dem Wege von hier nach Sordawalla, geht dieser an einer hohen, kahlen Granitkuppe vorüber, an deren Ostseite sich ein Thal ausbreitet. Die Ufer eines dasselbe durchschneidenden Flüsschens sind 50 bis 70 Fuss hoch und bestehen aus Flugsand, in welchem keine Wanderblöcke zu bemerken sind. An vielen Orten stossen runde Granitkuppen aus dem Sande hervor, und da dieser sich eine Strecke an ihnen hinaufzieht, so hat es das Ansehen, als seien auch diese Kuppen einst von dem diluvialen Sande bedeckt gewesen und durch allmähliche Abspülung frei von ihm geworden, wobei die wenigen Wanderblöcke, die in diesem Sande sich befinden mochten, bis auf die Kuppe niedersanken und endlich ebenfalls frei wurden. Solche Blöcke geringer Dimensionen kommen auch hier vor, es bleibt jedoch ungewiss, ob sie mit dem Sande zugleich an ihren jetzigen Fundort gelangten, oder aber, ob sie unabhängig vom Sande hierher getragen wurden.

Ein anderes Flüsschen schneidet, drei Werst von der Station Imbilaks, 60 Fuss tief ins Diluvium ein, das hier auf geschliffenem und tief geschrammtem Gneisse liegt. (*Fig. e.*)

Es waren keine Wanderblöcke in diesen Schichten zu sehen, aber Pegothokiten, und zwar viel härtere als die an der Wodla und Olonka.

Wenn die Wanderblöcke hier fehlten, so fand ich sie um so zahlreicher in dem durch seine Höhe (bis 150 Fuss) und seine Länge (7 Werst) berühmten Ås Pungaharju. Er liegt auf dem Postwege von Nyslot nach Kronoborg zwischen den Stationen Puttiko und An-

tola, und besteht aus Sand und rund abgeschliffenen Blöcken der verschiedensten Gesteine; erstere erreichen nur ausnahmsweise eine Länge von 10 Fuss und haben in der Regel nicht über 2 und 3 Fuss Durchmesser. Der ihnen beigesellte Grus erreicht einen Durchmesser von 1 Zoll.

An einem 10 Fuss hohen, künstlichen Profil war zu sehen, dass der, die dicht an einanderliegenden Blöcke und Gerölle überlagernde und nur kleine Gerölle und Grus enthaltende Sand feingeschichtet ist. Wir werden bei der Beschreibung dieses schönen Ås auf diesen Umstand zurückzukommen haben, und ich will nur erwähnen, dass der Pungaharju weder für eine Moräne, noch für eine, von den Wellen der beiden benachbarten Seen aufgeworfene Düne gehalten werden kann, wie Holmberg und Kutorga angenommen haben.

Eines der grossartigsten Bilder der Felszerstörung in unserem Norden, gewährt die Mündung des Wuoxenflusses in den Ladogasee, bei Keksholm. Die niedrigen Ufer und Inseln sind mit runden und scharfkantigen Blöcken förmlich überschüttet; sie liegen hier zu Hunderttausenden, und der reissende Strom rauscht zwischen ihnen hin. Die allermeisten sind offenbar aus dem Blocklehm und dem Blocksande herausgewaschen, der in der ganzen Umgegend mächtig ansteht.

Wenn man sich von Keksholm nach Wiborg begiebt, gelangt man kurz vor der Station Kiwinjemi an den ehemaligen Isthmus zwischen dem Wuoxen- und dem Suwandosee. Kutorga hat ihn c. l. pag. 22 und 23 beschrieben.

Man hat diese Landenge 1857 durchstochen und der Wuoxen hat sich in Folge dessen ein breites Bette durch den Diluvialthon und Diluvialsand gerissen, durch welches er nun in den Suwandosee abfliesst.

Im Durchbruche waren noch ein Paar hohe Pfeiler des durchrissenen Diluviums stehen geblieben, an denen man den steifen, grauen Lehm mit vielen Wanderblöcken, und über ihm eine ebenfalls blockreiche Sandablagerung beobachten konnte. Die Aehnlichkeit dieser Diluvialmassen mit denen im eigentlichen Russland vorkommenden ist so vollständig, dass man sie nicht von einander unterscheiden kann, was jedoch, wie wir gesehen haben, an vielen anderen Orten nicht der Fall ist, namentlich da, wo das Diluvium, wie an manchen Orten Finnlands, nur aus Sand und Gerölle besteht.

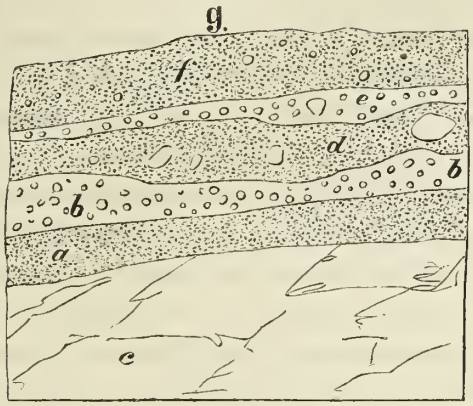
Einer blockreichen aus drei Schichten bestehenden Diluvialmasse bei Wiborg ward schon oben erwähnt; sie zeigt folgenden Durchschnitt in absteigender Ordnung:

a) Sand und Grus mit Gerölle und einzelnen, grösseren Blöcken.
b) Fein geschichteter, grünlicher und bräunlicher Thon mit wenigen Geröllen.
c) Sand und Grus mit Geröllen.

Dieses Diluvium lehnt sich an Granit an und bedeckt den Boden der Thäler, steigt aber auch auf die Thalsättel hinauf und ist sowohl hier als in den Niederungen auf Granit abgelagert.

Endlich habe ich noch eines Durchschnitts zu erwähnen, den ich 1859 in der Nähe von Helsingfors, an der Eisenbahn beobachtete. Er gehört zu der Kategorie der sandigen Diluvialmassen und zeigt die hier dargestellte Schichtenfolge:

In diesen Schichten liegen bis 4 F. mächtige Wanderblöcke.



f. Sand mit wenig Gerölle.

e. Grus mit Gerölle.

d. Sand mit grossen Geröllen.

b. Grus mit Gerölle.

a. Feiner, gelber Sand mit kleinen Geröllen.

c. Granit.

Blicken wir auf die Diluvialmassen Finnlands und des Olonezer Reviers zurück, so finden wir zwischen ihnen, im Ganzen, eine grosse Uebereinstimmung. Im Einzelnen aber unterscheiden sie sich von einander durch verschiedene Beschaffenheit der Wanderblöcke und Gerölle. So z. B. wird man im Olonezer Diluvium nie Rappakiwwi, im Finnländischen nie Onegaquarzit oder Granitbrekzie finden.

Und an dem Olonezer Diluvium haben wir deutlich wahrgenommen, dass seine Farbe und Beschaffenheit durch den lokalen Untergrund bedeutend modificirt wird, was in Finnland nicht der Fall zu sein scheint.

Nachdem wir die in diluvialen Thon und Sand eingehüllten Blöcke und Gerölle betrachtet, die wir nördlich vom Finnischen Meerbusen und von den Thälern der Neva, des Swir und des Andomaflusses zu beobachten Gelegenheit hatten, wenden wir uns an die südlich von dieser Linie verbreiteten Diluvien, wo sie, in grösserer Entfernung von ihrer ursprünglichen Heimath, als vollkommene, auf die Wanderschaft gegangene Fremdlinge erscheinen. Die sie umhüllenden Thon- und Sandmassen liegen hier an keinem Orte auf massigen oder krystallinisch-schiefrigen, sondern ohne Ausnahme auf mehr oder minder horizontalen, versteinerungsführenden Schichten.

Im Grossen und Ganzen besteht dieser Diluvialboden aus zwei Hauptabtheilungen, die sehr konstant immer dieselbe Stellung gegen einander einnehmen. Eine mächtige, thonige Ablagerung, die wir ein für alle Mal Blocklehm nennen wollen, ist die tiefere, ältere; eine ebenfalls ziemlich mächtige, sandige, die man Blocksand nennen könnte, bedeckt die thonige und ist also die jüngere. In den mittleren Gegenden Russlands gesellt sich, wie wir sehen

werden, noch ein drittes Glied zu diesen beiden, nämlich mehr oder weniger mächtige Sandablagerungen mit kleinen Geröllen und mit Grus krystallinischer Gesteine des Nordens. Sie bildet die Unterlage des rothen Blocklehms, ist stets dünn geschichtet, gelber Farbe und oft von Klüften durchsetzt.

Die chemische Zusammensetzung dieser, wie aller unserer Diluvialthone ist leider noch sehr wenig untersucht, und ihr Inhalt an Blöcken, Geröllen und Grus eben so wenig wie in dem Blocksande einer eingehenden, umfassenden Prüfung und Sichtung unterworfen worden. Und doch wäre es gar sehr an der Zeit, das verachtete, stiefmütterlich behandelte Diluvium endlich in den Kreis exakter und tief eingreifender Forschung zu ziehen.

Es würde ermüdend sein, wenn ich die Leser dieser Mittheilungen an die vielen Durchschnitte unserer Diluvien führen wollte, die ich auf meinen Reisen beobachtet und aufgezeichnet habe. Ich werde mich darauf beschränken, eine Auswahl besonders instruktiver Profile zu geben, die vielleicht genügen wird, eine allgemeine Vorstellung von dem Charakter dieser merkwürdigen Massen und von den Vorgängen zu geben, die bei ihrer Bildung stattgefunden haben.

Wir wollen auch hier mehrere von Nord nach Süd gerichtete Linien verfolgen und, an die Gegend südlich vom Ladogasee und St. Petersburg anknüpfend, zu den westlichen, nach Ingermannland und Estland vorschreiten.

Der ganze Isthmus zwischen dem Finnischen Meerbusen und dem Ladogasee besteht aus einer mächtigen, in einzelnen Bergspitzen bis zu mehr als 200 Fuss absoluter Höhe ansteigenden Diluvialmasse, in welcher man überall den Blocklehm und über ihm den Blocksand beobachten kann.

Im nördlichen Theile des Isthmus, zwischen Wiborg und Keksholm, kann man, namentlich in der Umgegend des ersteren, den Blocklehm auf Rappakiwwigranit unmittelber aufliegen sehen. Im südlichen Theile ist zwar kein Anstehendes zu sehen, wir werden aber vielleicht nicht irren, wenn wir annehmen, dass der Blocklehm hier in einiger Tiefe auf dem blauen silurischen Thone lagert. Es ist bekannt, dass dieser Thon trotz seiner geringen Härte der Zerstörung besser widerstanden hat, als die über ihm liegenden Glieder unseres Untersilurischen, nämlich des Ungulitensandsteins, Schieferthons und Vaginatenkalksteins, und dass er in Folge dessen unter dem aus diesen Schichten bestehenden Glint, am Finnischen Meerbusen und am unteren Wolchow, noch weit nach Nord vorspringt.

Wo und in welcher Tiefe unter der Oberfläche des Meeres und des Isthmus derselbe sich schliesslich auskeilt, ist unbekannt; dass er aber dem besagten Diluvio zum Untergrunde dient, dafür haben wir in dem Profile des St. Petersburger Bohrbrunnens den Beweis. In diesem Bohrloche ward der silurische Thon in 88 Fuss 5 Zoll Tiefe unter der Oberfläche erbohrt und zwar unmittelbar unter einer einer 26 Fuss 9 Zoll mächtigen, lockeren Sandschicht; über dieser liegt eine 8 Fuss 7 Zoll mächtige Schicht blauen Thones, über dieser 17 Fuss 9 Zoll mächtig, Blocklehm. Auf diesen folgt nach oben bläulicher, 4 Fuss mäch-

tiger Thon, dann grauer Ziegelthon, 17 Fuss 4 Zoll, und den Schluss des Profils nach oben macht eine 14 Fuss dicke Schicht lockeren, alluvialen Sandes.

Es bleibt somit, nach Ausschluss dieser 14 Fuss mächtigen, alluvialen, auf das Delta der Neva beschränkten Sandschicht, für die diluviale Ablagerung eine Mächtigkeit von 71 Fuss 5 Zoll. Nehmen wir zu dieser Zahl die bis 200 Fuss mächtigen Diluvialmassen auf dem Isthmus hinzu, so erhalten wir hier für das Diluvium eine Gesammtmächtigkeit von 271 Fuss.

Zum Studium des Diluviums eignen sich die Ufer der Neva und ihrer Zuflüsse und die Thaleinschnitte des ganzen Isthmus, vorzüdlich aber der hohe und ziemlich steile Abhang den der Isthmus in der Gegend von Pargolowa der sumpfigen Niederung zuwendet, in welcher St. Petersburg, Lachta und Systerbeck liegen.

Eine schöne Entblössung dieser Art befindet sich z. B. bei dem dritten Pargolowa, in der Nähe der Chaussee, wo ein Fahrweg von der Höhe hinab nach der Niederung führt.

Oben liegt ein lockerer Sand und Grus, gemengt mit Geröllen und Wanderblöcken. Die letzteren gehören verschiedenen Arten von Granit und Gneiss, dem Glimmerschiefer, Quarzit, Diorit und Aphanit an, und in dem Grus und dem Sande bemerkt man neben den vorwaltenden Körnern grauen und gelben Quarzits auch solche von rothem Orthoklas.

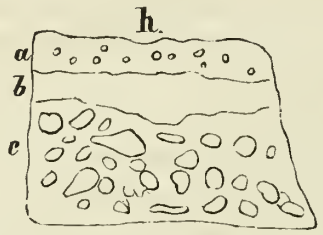
Am hohen Ufer des, bei dem ersten Pargolowo befindlichen Sees, erscheint dieser Sand in der Gestalt einer, nur mit wenig Blöcken gemengten Düne; bei der weiter südlich folgenden Poklonnaja Gora, liegen diese aber wieder viel zahlreicher in demselben. Unter dem Blocksande folgt an dem oben erwähnten Profile ein röthlich grauer, steifer Blocklehm, aus welchem man hier Ziegelsteine bereitet. Die in ihm liegenden Wanderblöcke scheinen eine Länge von 4 bis 5 Fuss kaum zu überschreiten; in der Regel bleibt sie unter diesem Maasse.

Dass der Blocklehm in der Nevamündung noch ziemlich tief unter das Meeresniveau hinabgeht, sahen wir schon oben am Profile des St. Petersburger Bohrbrunnens, in welchem er eine Mächtigkeit von 17 Fuss zeigte. Es wurden bei der Bohrarbeit ziemlich viele Gerölle aus ihm hervorgeholt, von denen das grösste, ein Granit, 9 Zoll lang und $22^1/_2$ Pfund schwer ist. Da der, unter diesem Blocklehm erbohrte Schwimmsand keine Spur von Unguliten enthält, so darf man ihn wohl nicht zum silurischen Schichtensystem, sondern muss auch ihn noch zum Diluvio rechnen. Dagegen bin ich geneigt, den über dem Blocklehm lagernden Thon, im Bohrloche, mit demjenigen zu identificiren, der in einem, bei der Alexandrowschen Stahlkanonengiesserei, am Schlüsselburger Wege, in 1 bis 15 Fuss Tiefe von der Erdoberfläche in einem Schachte aufgeschlossen wurde, und in welchem man verrottete Stücke von Birken und Pappeln oder Weiden fand. Und beide scheinen mir identisch zu sein mit dem Ziegelthone, der im ganzen Nevathale und dessen Seitenthälern vorkommt, und der aus einem Wechsel so feiner Thon- und Sandlagen besteht, dass ich in einer Thongrube am Schlüsselburger Wege, an einer 3 Fuss hohen Wand, ihrer 135 zählen konnte. Und dass ich diese, und alle ähnlichen, z. B. an der Wodla und Olonka vorkommenden Thone, für alte

Alluvionen oder jüngeres Diluvium halte, wurde schon oben ausgesprochen und dabei erwähnt, dass in dem Thone der Olonka wohl erhaltene Schalen jetzt lebender Süsswassermuscheln eingeschlossen sind.

Schreiten wir von dem Nevathale nach Süden vor, so begegnen wir an dem Wolchow, an der Msta und an deren Zuflüssen vielen mehr oder minder tiefen Einschnitten in das Diluvium, die einen belehrenden Blick in seine Beschaffenheit gestatten.

So kann man bei der Stadt Krestzy, an dem Flüsschen Chalowa, folgenden Durchschnitt beobachten. (*Fig. h.*)

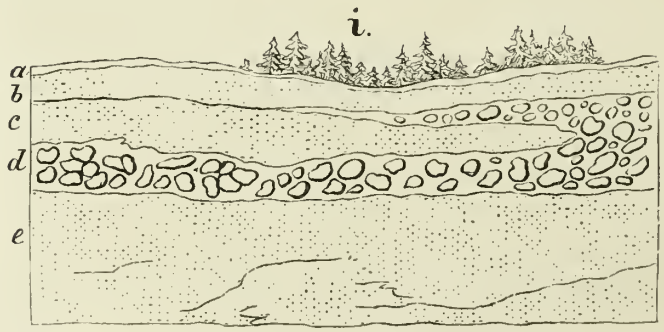


a. Gelbrother, thoniger Sand mit kleinen Geröllen.
b. Rother Sand ohne Gerölle.
c. Grober Grus mit Geröllen und Geschieben.

Die Geschiebe erreichen eine Länge von $2^1/_2$ bis 3 Fuss und bestehen aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, quarzigem Sandstein, weissem, feinkörnigem Kalkstein, rothem Quarzit und Hornblendeschiefer. Wir erinnern daran, dass alle diese Felsarten im Olonezer Revier anstehend gefunden werden.

Dieses Profil zeigt, wie manches der unten folgenden, drei Ereignisse an; zuerst den Transport der Blöcke und ihren Absatz in der Grusschicht *c*. Dann die Ablagerung von geschiebelosem Sand und endlich die Bildung der oberen Schicht *a*, die in Bezug auf die Grösse der in ihr enthaltenen Gesteinsfragmente sich von der unteren wesentlich unterscheidet.

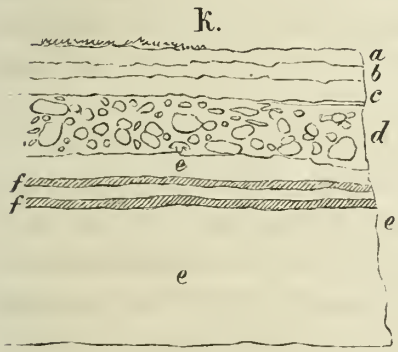
Wenn man von Krestzy den Weg nach Waldai einschlägt, so steigt man auf ansehnliche Höhen hinauf, und schon auf der ersten Station hat man Gelegenheit zu bemerken, dass die Anzahl der Wanderblöcke mit der Höhe der Gegend zunimmt. Sie liegen von Faustgrösse bis zum Durchmesser von einigen Fuss durcheinander. Auf der 15. Werst von Krestzy kann man links vom Wege, in einem Thale, in dem Diluvio das folgende Profil entblösst sehen.



a. Dammerde.
b. Gelbrother Sand.
c. Rother, thoniger Sand.
d. Grus mit vielem Gerölle und kleinem Geschiebe.
e Thoniger Sand.

An diesem Profil, das sehr an das vorhergehende erinnert, ist es auffallend, dass die Sandschicht *c* sich keilförmig in die Geröllschicht *d* hineindrängt. Der Boden des Flüsschens, an welchem es beobachtet wurde, ist ganz und gar von Geröllen und Geschieben bedeckt, die offenbar alle aus der Schicht *d* herausgewaschen sind.

Bei der Stadt Borowitschi tritt bekanntlich die Bergkalkformation am rechten Ufer der Msta zu Tage, und zwar nur die allertiefste Abtheilung derselben, nämlich der fette, graue Kohlenthon und in ihm zwei schwache Kohlenflötze.

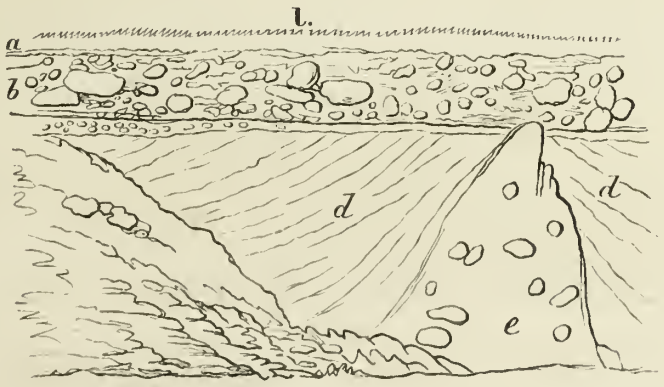


Unmittelbar über dem das Dach der Flötze bildenden grauen Kohlenthon *e* liegt eine 11 Fuss mächtige Schicht von Grus mit Geröllen und Geschieben *d* und diese ist von geröllefreiem Sand *a*, *b*, *c* überlagert. Einzelne Blöcke erreichen eine Länge von 4 bis 7 und bis 10 Fuss. (*Fig. k*).

Geht man von diesem Profil zwei Werst flussaufwärts, so zeigt sich zwischen der Geschiebeschicht und dem Kohlenthone eine Kalksteinschicht, deren Mächtigkeit allmählich von 2 Fuss bis 14 Fuss zunimmt, und in welcher unter anderen Versteinerungen auch Productus Gigas verkommt.

Es mag dieser Fall als Beispiel dienen, dass die Bergkalkformation vor der Ablagerung des Blocklehms durch Abspülen bedeutende Zerstörungen erfahren hat. Diese Erosionen in der Bergkalkformation können auch in anderen Gegenden Russlands, z. B. in dem Gouvernements Tula und Kaluga, nachgewiesen werden, wo ich ihrer bei einer früheren Gelegenheit erwähnt habe (Mém. de l'Acad. Imp. d. sciences de St.-Pétersbourg, Tome III, N. 9).

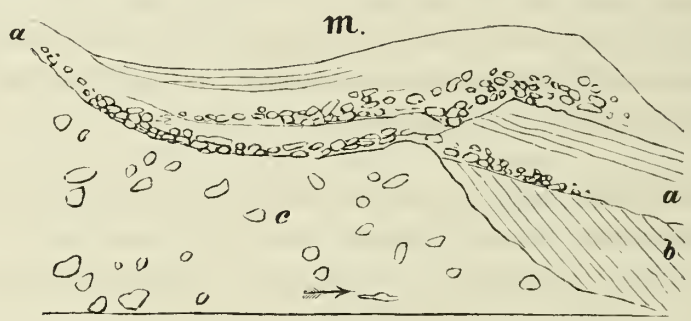
Sie stehen auch nicht allein da, sondern finden ihre Wiederholung sogar in dem sie bedeckenden Diluvio selber. Schöne Beispiele dieser Art konnte ich 1839 an dem linken Ufer der Msta, zwei bis drei Werst oberhalb der Stadt Borowitschi beobachten: (*Fig. l.*)



In diesem Profile lassen sich vier ganz verschiedene Ereignisse erkennen:

1. Die Ablagerung des rothen Blocklehms *e*.
2. Die theilweise, durch Abspülung bewirkte Zerstörung dieses Lehms, in Folge deren seine Oberfläche sehr uneben wurde, und Grate oder auch wohl einzelne ausgesparte Pfeiler auf ihr stehen blieben, ganz in derselben Weise wie ich das oben bei dem Durchbruche des Wuoxenflusses bei Kiwinjemi, in Finnland, und unlängst auch am diluvialen Thone am Ufer des Asowschen Meeres bei Taganrog beschrieben und abgebildet habe[3]).
3. Die nach dieser Erosion erfolgte Ablagerung des Sandes *d*. Man sieht zugleich ein gutes Beispiel davon, wie die untersten Sandschichten ein fast eben so steiles Fallen, wie die Seiten des Blocklehmgrats haben und wie sie sich, je weiter nach oben, desto mehr der horizontalen Lage nähern.
4. Die Ablagerung der Schicht *b*, die sich sodann allmählich mit Ackererde *a* bedeckte.

Das folgende, in derselben Gegend entblösste Profil, stimmt in der Hauptsache mit dem vorhergehenden überein und unterscheidet sich von ihm dadurch, dass die Grus- und Geröllemasse *a*, welche der Schicht *b* des vorhergehenden Durchschnitts entspricht, nicht horizontal, sondern in der einen Hälfte beckenförmig, in der anderen flussabwärts geneigt erscheint, und dass die geröllelose, der Schicht *d* des vorhergehenden Profils entsprechende Sandablagerung *b* in ihren einzelnen Schichten fast genau der Böschung des unter ihr liegenden Blocklehms *c* folgt. (*Fig. m.*)



Dass bei den, diesen Sandablagerungen vorangegangenen Abspülungen auch die hiesige Bergkalkformation angegriffen wurde, beweisen sowohl abgerundete Stücke von Steinkohle in dem Sande, als auch scharfkantige Fragmente vom Kalkstein der Bergkalkformation in den, diesen Sand bedeckenden Grus und Geröllelagen.

Wir haben bekanntlich in der Umgegend St. Petersburgs, z. B. am Pulkowaflüsschen, und hier in untersilurischen Schichten, so auch am Ilmensee in devonischen, Beispiele von lokalen Hebungen, in Folge deren die oben liegenden Kalksteinschichten gebrochen und zu beiden Seiten des unten liegenden, in den Spalt hinaufgedrängten Thones und Schieferthо-

1) Zur Frage über das behauptete Seichterwerden des Asowschen Meeres (Bull. d. l'Acad. Imp. des sciences).

nes, antiklinal auseinandergeschoben wurden. Das Profil *l* an der Msta erinnert zwar an diese Verhältnisse, gestaltete sich aber ohne Zweifel ursprünglich so, wie wir es jetzt sehen, und nicht etwa in Folge einer Hebung, die den Blocklehm zwischen die antiklinal fallenden Sandsteinschichten drängte. Von einer solchen Hebung müsste nämlich nothwendigerweise auch der unter den Diluvien liegende Bergkalk ergriffen worden sein, ein Umstand, der sich hier nirgends nachweisen lässt. Ueberall liegt der Bergkalk ungebrochen und ungestört.

Als ich im Jahre 1839 das Waldaiplateau bereiste, beschiffte ich die Msta von Borowitschi bis zur Mündung der Belaja, und hatte auf dieser Fahrt Gelegenheit zu bemerken, dass die Wanderblöcke im Blocklehm sehr ungleichmässig und wahrscheinlich in der Form von langen Bändern vertheilt sind, in denen sie dichter zusammen liegen, als in den blockärmeren Intervallen. Unsere bei niederem Wasserstande ausgeführte Fahrt wurde oft durch grosse, den Fluss verdämmende Anhäufungen von nordischen Wanderblöcken erschwert. Sie sind ohne Zweifel bei der allmählichen Vertiefung des Flussthales aus dem hier anstehenden Blocklehm und aus dem ihn überlagernden Blocksand herausgewaschen. Sowohl oberhalb als auch flussabwärts von solchen Schwellen bemerkten wir immer nur wenige oder gar keine Geschiebe und Gerölle.

Wir gelangten über Belskoi Pogost nach Scherechowitschi, an dem Flüsschen Prikscha, wo damals versuchweise auf Steinkohle gebaut wurde. Diese Oertlichkeit ist auch in Bezug auf Diluvial- und Alluvialgebilde nicht uninteressant, und ich will mich bei ihr einen Augenblick aufhalten.

Das Kärtchen Fig. *B.* Tafel 6 nahm ich an Ort und Stelle mit der Bussole auf:

Die Prikscha tritt bei Scherechowitschi aus einer engen und tiefen Thalschlucht, welche sie zwischen steilen Abhängen von ONO. nach WSW. durchströmt, heraus und verbindet sich in einem flachen, breiten Thale mit der der Msta zufliessenden Belaja. Da nicht nur die hohen Frühlingswasser, sondern jeder starke Regen sie anschwellen machen, so benagt das reissende Flüsschen seine steilen Ufer an allen einspringenden Winkeln und bringt immer wieder frische Entblössungen an denselben hervor. Diese bestehen zum Theil aus den hier anstehenden devonischen und Bergkalkschichten, zum Theil, und namentlich 1 bis 1½ Werst oberhalb der Einmündung in die Belaja, aus Diluvial- und Alluvialmassen.

Man überzeugt sich bald, dass diese hier eine grosse Weitung ausfüllen, welche ringsumher von den Rändern der benachbarten Plateaus begrenzt wird. Aus dem Thale gesehn, erscheinen diese Ränder als Gebirgszüge.

Dieser Thalkessel öffnet sich nach NO. und SW. durch das Thal der Prikscha und nach NW. durch drei flache Furchen. Sein Boden ist von einer 100 bis 140 Fuss mächtigen Ablagerung rothen Blocklehms bedeckt und auf der Thalsohle liegen Granitgeschiebe, die 5 Fuss im Durchmesser erreichen. Ueber dem Blocklehm lagert auch hier eine, mit vielen kleinen Geröllen nordischer, krystallinischer Gesteine, und Bruchstücken von Kalkstein vermengte Sandschicht. Die Gerölle erreichen mitunter einen Durchmesser von 2

Fuss; dieser beträgt aber meistens nur 1 bis 4 und 6 Zoll und man bemerkt unter ihnen bauptsächlich Granit verschiedenen Kornes und verschiedener Farbe, Gneiss, Quarzit, Feuerstein und dichten, weissen Kalkstein. Die beiden letzteren Gesteinsarten sind wohl ohne Zweifel derBergkalkformation entnommen.

Der Bloeklehm und der ihn bedeckende Grus lehnen sich in diesem Thalkessel an das Devonische und den Bergkalk an und werden noch von einer eigenthümlichen, torfartigen Alluvion überlagert, die jedoch nur im Niveau der Prikscha erscheint. Sie besteht aus zusammengedrückten Blättern, Aesten und Stengeln jetzt lebender Baumgattungen, und aus thonigem Schlamm.

Eine ganz ähnliche Bildung hatte ich schon früher an der Msta, etwa 18 bis 20 Werst flussabwärts von Borowitschi, beobachtet, so z. B. in der Gegend des Gutes Beresnizy. Es ist ein zäher, grauer, schlammiger Thon, durch seine Beschaffenheit an den grauen Schlamm erinnernd, den der Fluss auch heute noch mit sich führt, und umschliesst grosse Anhäufungen von Fichtenstämmen und Zweigen und von Laubholzblättern. Die dunkelgraue, schwärzliche Farbe dieses festen, noch wohl erhaltenen Holzes deutet jenen langsamen, nassen Verkohlungsprozess an, der in solchen Fällen einzutreten pflegt, und die erwähnten Schichten an der Msta und Prikscha sind nichts Anderes als ältere Alluvionen dieser Flüsse, in welche ihre jetzigen Betten sich später einschnitten. Auch an dem Flusse Polomed, in der Nähe von Jashelbizy, kann man diesen Thon mit gebräuntem Holze und auf ihm einen Alluvialsand sehen. An demselben Flusse kann man auch eine andere bekannte Erscheinung beobachten, welche an die am Imatrafalle in Finnland erinnert. Die hohen, steilen Ufer des Polomed bestehen aus abwechselnden Lagen von lockerem, thonigem, glimmerreichem Sande ohne Gerölle, und von fettem, dunkelrothem Thon. In diesen Schichten, die mitunter einige Festigkeit haben, die ich aber doch für ein aus devonischem Material gebildetes Diluvium halte, liegen den Imatrasteinen ähnliche, ebenfalls aus dünnen Lagen bestehende Brillensteine, die, mit Säuren behandelt, aufbrausen und aus einem Gemenge von Thon, Sand und kohlensaurem Kalk zu bestehen scheinen. Sie haben die röthlichen und gelblichen Farben der sie umschliessenden Schichten.

Um von der Grossartigkeit sowohl dieser Diluvialmassen, als auch der in ihnen stattgehabten Erosionen eine Anschauung zu geben, mag die 5 Werst flussaufwärts von Borowitschi im Sommer 1839 nach der Natur gezeichnete Ansicht des Mstathales dienen. (*Fig. 20.*) Das 120 bis 150 Fuss hohe, rechte Ufer ist hier an den einspringenden Winkeln den Angriffen der hohen Wasser ausgesetzt, und kehrt daher dem Flusse steile Abhänge *b* mit vielen frischen Entblössungen des Diluviums und der älteren Alluvien zu, und die scharfen Ränder der Ebenen *a* treten in Folge von Abrieselungen immer weiter landeinwärts zurück.

Aus dieser Gegend wäre noch zu erwähnen, dass an einem anderen Zuflusse der Msta, an der Lnänaia, in einer 42 bis 50 Fuss mächtigen, mit Geschieben und Geröllen finnländischer und Olonezer Gesteinsarten beladenen Sandschicht, auch Hornstein- und Kalkstein-

stücke vorkommen, in denen man Korallen und einen Nautilus der Bergkalkformation bemerken konnte. Ja, es fanden sich in ihr auch eckige Stücke von Steinkohle. Es ist nicht unmöglich, dass dieses Geröllelager eine ältere Flussalluvion ist, wie denn überhaupt die eigentlichen Diluvien (Blocklehm, Blocksand) in vielen Fällen schwer von den Alluvien der Flüsse zu unterscheiden sein dürften. Nur wenn man an einem See oder Flusse Thon oder Sand mit Geröllen und ausserdem mit wohlerhaltenen Schalen jetzt lebender Süsswasserconchilien oder mit gut erhaltenen Resten jetzt lebender Pflanzen findet, darf man ihnen ein jüngeres Alter zuschreiben als dem Blocklehm, vorausgesetzt, dass diess nicht ausserdem durch die sichtbare Auflagerung auf letzterem möglich wird.

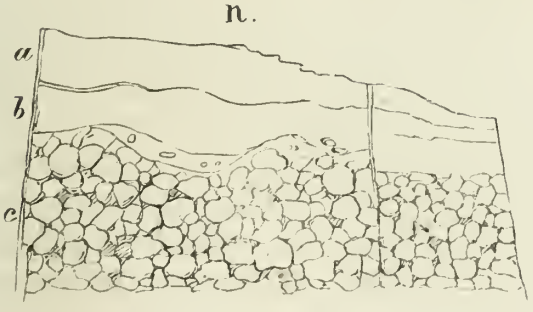
Auf dem Wege von Borowitschi nach Waldai kann man dieselbe Erscheinung beobachten, deren ich schon oben erwähnte. Auf der zweiten Station von Borowitschi überschreitet man den Kulminationspunkt des Plateaus. Das Terrain ist hier sehr koupirt; ein steter Wechsel von kleinen, rundlichen oder langgezogenen Hügeln, mit ebenso gestalteten Senkungen, deren Boden zum Theil trocken, zum Theil mit Sümpfen und Seen angefüllt ist. Und diese Hügel sind zweierlei Art: entweder bestehen sie aus Blocklehm, oder aus losem Sande, in welchem man nur sehr wenige oder gar keine Wanderblöcke und Gerölle bemerkt.

Wie gewaltig die Anhäufungen von Blöcken und Geröllen des Nordens, selbst noch in der Nähe von Moskwa sind, mag folgendes Beispiel zeigen.

Von den vielen erratischen Blöcken, die man vor Jahren an der von St. Petersburg nach Moskwa führenden Strasse sah, erblickt man jetzt nichts mehr. Sie sind zum Bau der Chaussée und der Eisenbahn verwendet worden. Da man der Blöcke aber noch bedarf, holt man sie jetzt nicht mehr von der Oberfläche der Erde, sondern aus dem Innern. Und da scheint ein unerschöpflicher Vorrath derselben vorhanden zu sein.

Etwa 12 Werst südlich von der Stadt Klin oder 69 Werst nördlich von Moskwa, in der Nähe des Dorfes Kessjkowa, besuchte ich 1850 einen hier angelegten, offenen Bau, in welchem Wanderblöcke und Grus gefördert wurden. Hier war folgender Durchschnitt zu sehen. (*Fig. n.*)

n.

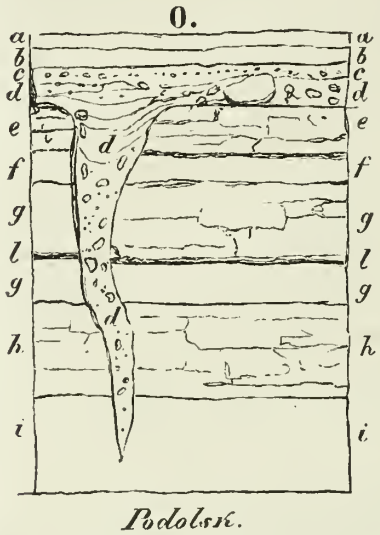


a. Röthlicher Lehm, 7 Fuss dick, enthält fast gar keine und nur sehr kleine Gerölle.
b. Röthlichgrauer Lehm, auch fast ganz ohne Gerölle; diese erscheinen nur an der Basis, wo *b* auf *c* aufliegt.
c. Dicht an einander gedrängte, runde oder an den Kanten abgestumpfte Gerölle von Graniten verschiedener Art, von Diorit, Quarzfels, Glimmerschiefer, Gneiss und anderen; auch Kalksteinstücke mit Cidaris rossicus aus dem oberen Bergkalke; einige Blöcke erreichen einen Durchmesser von 2 Fuss, die meisten sind geringer, bis zu kleinem Gerölle. Zwischen den Geröllen sind die Räume von rothbraunem, thonigem Sand und von Lehm angefüllt. Sichtbare Mächtigkeit. 6 Sashen = 42 Fuss.

Eine grosse Anzahl von Durchschnitten im Diluvio, die ich auf wiederholten Reisen in den Gouvernements Twer und Moskwa zu beobachten Gelegenheit fand, bieten nichts dar, was hier erwähnt zu werden verdiente; aber einer Erscheinung habe ich doch zu ge-

denken, da sie überhaupt in unserem Lande zu den seltenen gehört; ich meine durch Diluvium ausgefüllte Spalten in paläozoischen Schichten.

Fünfunddreissig Werst südlich von Moskwa schneidet der Pachrafluss bei Podolsk tief in den oberen Bergkalk ein, der hier in schönen, durch Steinbruch entblössten Profilen zu Tage liegt. Am rechten Ufer, in der Nähe der Stadt, zeichnete ich 1841 das folgende Profil (*Fig. o*).



a. Braune, thonige Dammerde.
b. Gelbrauner Sand.
c. Gelbbrauner Sand mit Geröllen von Bergkalk und krystallinischen, nordischen Gesteinen.
d. Braun- und gelbgestreifter Sand mit Zwischenlagen braunen Thones. In den unteren Schichten sehr viel Gerölle von Granit, Quarzit etc. und eckige Bruchstücke von Bergkalk. Der Granitblock *k* hat 4 Fuss Durchmesser und ist sehr verwittert.
e. Weisser, mergeliger, löchriger Kalkstein.
f. Gelblichweisser Mergel mit vielen Bruchstücken von Cidaris rossicus, Encriniten, Spirifer, Korallen.
g. Fester, dichter, weisser Kalkstein mit Feuersteinnestern und Spirifer Mosquensis.
l Dünne Mergelschicht in *g*.
h. Gelber, dichter Kalkstein mit Spirifer Mosquensis, Bellorophon, Encriniten, Lithostrotion floriforme, Productus antiquatus, Productus punctatus.
i. Dichter, hellgrauer Kalkstein in dicken Bänken. In ihm eine $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke Schicht von grünem Thon.

Man sieht wie, nachdem sich der untere, schmälere Theil der Spalte angefüllt hatte, sich das Diluvium im oberen, breiten Theile, in deutlich abgegrenzter Lage, muldenförmig absetzte, und wie die folgenden Lagen sich immer mehr der Horizontalität nähern, bis diese oben vollständig eintritt. Der ziemlich stark abgerollte Block *k* ruht unmittelbar auf dem Kalkstein *e*.

Als ein Beispiel, wo der eigentliche Blocklehm Felsspalten ausfüllt, mag der folgende, im Jahre 1837 beobachtete Durchschnitt am Pulkowkaflüsschen, unweit der Pulkowasternwarte, 20 Werst südlich von St. Petersburg, dienen.

Strangways und Pander haben schon vor vielen Jahren die Störungen beschrieben, welche man an den untersilurischen Schichten am Pulkowkaflüsschen beobachten kann. Der Orthoceratiten- (Vaginaten-) Kalkstein erscheint hier an einigen Stellen gebrochen und zu beiden Seiten eines gewaltsam von unten in den Bruch hineingedrängten Keils von schwarzem, bituminösem Thonschiefer, antiklinisch fallend. Geht man von diesen Hebungen flussabwärts, so sieht man den Kalkstein zuerst an beiden Ufern wieder schwach nach Süden fallen. Er lagert hier auf blauem Thon, der aber nicht mit dem das unterste Glied unseres silurischen plastischen grünlichblauen Thon zu verwechseln ist, da unter demselben wiederum Kalkstein folgt.

Noch weiter abwärts tritt am rechten Ufer eine Felswand hervor, in welcher man horizontale Schichten röthlichen, gelben, grünlichen und hellgrauen Kalksteins *d* mit einander

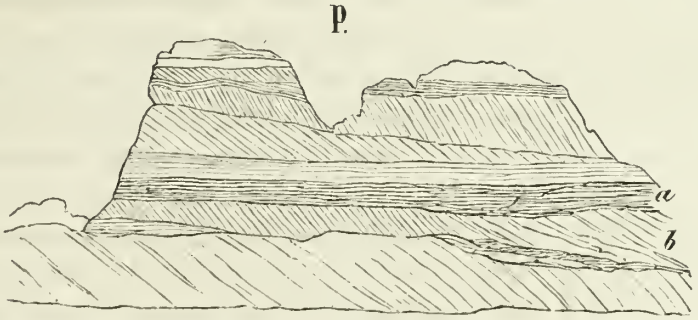
wechseln sieht. An einer Stelle sind sie gebrochen; ein vertikaler Spalt geht in unbestimmte Tiefe, und an seiner anderen Seite haben die Schichten ein Fallen von circa 20 bis 25 Grad hora 1 bis 2 SW. Auch hier hat sich der schwarze Thonschiefer und der blaue Thon *a*, von unten heraufgedrängt.

Der Spalt ist mit Lehm angefüllt, welcher unmittelbar von dem Blocklehm *e* ausgeht. Auch an diesem Beispiele kann man sehen, wie vor dem Absatz des Diluviums eine Nivellirung der Erdoberfläche stattgefunden haben muss, da die durch solche lokale Hebungen hervorgebrachten Unebenheiten gar nicht mehr vorhanden sind. (*Fig. 21.*)

Geht man von Podolsk weiter nach Süden, so verschwinden allmählich, ehe man Tula erreicht, fast alle nordische Wanderblöcke, sowohl an der Erdoberfläche, als auch im Diluviallehm. Die von Moskwa nach Tula geführte Chaussee ist nur bis in die Gegend von Serpuchow aus nordischem, erratischem Material und weiter nach Süden bis Charkow aus devonischem und aus Gesteinen der Kreideformation gebaut. Dieses Fehlen der Wanderblöcke ist einerseits ein empfindlicher Mangel bei dem Bau der Strassen, andererseits erleichtert er gar sehr die Bestellung der Aecker und das Niederbringen der vielen Bohrlöcher, die man im Tulaer und Kalugaer Gouvernement zur Aufsuchung von Steinkohlenlagern angelegt hat und fortwährend noch anlegt.

Dass aber kleines Gerölle nordischer Gesteine viel weiter im Süden angetroffen wird, habe ich schon oben und vor Jahren in einer die devonische Formation des centralen Russlands behandelnden Schrift nachgewiesen (Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches von Baer und Helmersen, 21. Bändchen, pag. 50) und ich will dieses Vorkommens nochmals gedenken.

Auf dem Wege von Sadonsk nach Woronesh treten zwischen den Poststationen Chlewnoje und Jaroslavez Hügel auf, die aus feingeschichtetem, fest zusammengebackenem Sande von weisslicher, gelber und brauner Farbe bestehen. (*Fig. p.*) An einer künstlich entblöss-



ten Wand konnte man die mannifaltigste Diagonalstreifung beobachten; in den Schichten *a* und *b* kommen Körner von Quarzfels und Lydit und Nester von Thon, umgeben von einer ochrigen Rinde vor.

An dem benachbarten, ganz ähnlichen Durchschnitte bemerkte ich in der Grusschicht, 14 Fuss unter der Erdoberfläche, eine Anzahl von Geröllen bis 4 Zoll im Durchmesser. Es

waren feinkörniger, rother Granit, feinkörniger weisser Granit, grobkörniger weisser Granit und grüner Quarzfels nebst kleinen, sehr glatt polirten Bruchstücken von schwarzem Lydit.

Wir wollen uns jetzt in eine westlicher gelegene Gegend begeben und zuerst das Diluvium am Südufer des Finnischen Meerbusens betrachten.

Auf dem hohen Rand des aus untersilurischen Schichten bestehenden Glints kommen, meines Wissens, nie mächtige Diluvialmassen vor, sondern es pflegen die nordischen Wanderblöcke und Gerölle in einer dünnen Hülle von Dammerde, Lehm oder Sand unmittelbar auf dem Vaginatenkalksteine aufzuliegen.

Als Beispiel mag der 3 Werst nordöstlich von dem Gute Fall (30 Werst westlich von Reval) zum Meere abfallende Glint dienen. (*Fig. 22*).

Abgerundete Blöcke von Granit, Gneiss und anderen krystallinischen Gesteinen liegen in und auf der dünnen Schicht schwarzer Ackerde *a*, welche den Vaginatenkalkstein *b* unmittelbar bedeckt. Der unter dem Kalkstein liegende weiche Thonschiefer *c* und der den unteren Theil des Profils bildende lockere Ungulitensandstein *d*, werden von der brandenden See und durch das Gefrieren des in sie eingedrungenen Wassers benagt, so dass von Zeit zu Zeit der langsamer zerfallende und daher oft über sie hinaushängende Kalkstein *b*, und mit ihm die auf seiner Oberfläche liegenden Wanderblöcke und Gerölle, an den Fuss des Glints hinabstürzen.

Hier kann es nun leicht geschehen, dass die Blöcke, wenn sie im Wasser liegen, im Frühling von dem sie umgebenden Eise fort und an eine andere Stelle getragen werden. Sie gehen so nach Jahrtausendelanger Ruhe wieder auf die Wanderung.

In der Mündungsgegend und bis an den Wasserfall hin, ist der silurische Kalkstein von Sanddünen bedeckt, welche die Ufer des Flüsschens Fall zu beiden Seiten begleiten. Der Sand ist lose, zeigt nur hin und wieder etwas mehr Zusammenhang und Absonderung in Bänke. Einzelne Schichten enthalten eine grosse Menge zwei bis drei Zoll grosser Gerölle von krystallinischen Gesteinen Finnlands. Zwischen dem Wasserfalle und der weiter flussabwärts befindlichen Kettenbrücke, kann man diesen Dünensand auf blauem Lehm aufliegen sehen, in welchem sehr viele Gerölle und Blöcke von Granit, Gneiss, Quarzit, Syenit, Kalkstein und Thonschiefer enthalten sind; er erlangt beim Trocknen an der Luft eine bedeutende Härte und in der Nähe des auf einer Sanddüne erbauten, aber vor seiner Vollendung schon in eine Ruine zerfallenen Hauses Merremois, kann man seine Auflagerung auf Ungulitensandstein beobachten.

Ich lernte, als ich 1838 Fall besuchte, auch jene merkwürdigen Lager von Kalksteingeröllen kennen, welche später die Erforscher der Ostseeprovinzen Schrenck[1]), Grewingk[2])

1) A. v. Schrenck. Uebersicht des oberen silurischen Schichtensystems Liv- und Ehstlands, vornämlich ihrer Inselgruppe. Archiv f. Naturkuude Liv-, Ehst- und Kurlauds. 1. Band, pag. 1.

2) Geologie von Liv- und Kurlaud. Von Dr. C. Grewingk, 1861, pag. 62 ff. (Im Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. 11. Baud 1861.)

und Fr. Schmidt[1]) ausführlicher beschrieben haben, und die man geneigt ist, für alte Uferwälle zu halten.

In der Nähe des Fremdenhauses zu Fall sieht man unter den Sandbügeln und zwar unmittelbar über dem hier anstehenden Vaginatenkalksteine, eine aus Kalksteingeröllen bestehende Schicht. Die tafelförmigen, an den Kanten durch Reibung abgerundeten Kalksteinstücke liegen lose, ohne alles Bindemittel, über einander gehäuft, und zwar so, dass ihre Flächen eine mehr oder weniger horizontale Lage haben.

Hier ist aber auch noch derjenigen Lager zu erwähnen, in denen Fr. Schmidt Erzeugnisse der Glacialperiode erkannt zu haben glaubt. (Bullet. de l'Acad. d. sc. de St.-Pétersbourg, tome VIII, pag. 358.)

In Schweden sind, namentlich durch die Untersuchungen von Post (1845), die Krossstensbäddar oder Glaciallager bekannt. Sie bestehen aus scharfkantigen, ungerollten Gesteinsbruchstücken, die zuweilen polirt und geschrammt und durch ein feines Gesteinsmehl mit einander so fest verkittet sind, dass das Gestein in vorkommenden Fällen mit Pulver gesprengt werden muss. Das Material der Kross-stensbäddar ist entweder lokal, oder von anderen Orten, aber immer vom oberen Theile der Thäler entnommen, in denen, oder vor denen man die erwähnten Lager findet. Letztere sind ungeschichtet, die Gesteinstrümmer liegen unregelmässig durch einander, und man hält jetzt in Schweden die Krosssteinlager für Grundmoränen von Gletschern, die in einer vorgeschichtlichen Zeit das Land bedeckten.

Magister Schmidt fand im Jahre 1864 den Kross-stensbäddar vollkommen entsprechende Lager zuerst auf dem Herrn von Middendorff gehörigen Gute Pörrafer, dann in Awandus, dem Besitze des Grafen Lütke, in Estland, und an anderen Orten dieser Provinz und auf der Insel Oesel. Sie sind bei den Ursassen dieser Gegenden unter den Namen Richk und Plink bekannt und bilden, von Lehmlagern bedeckt, den Untergrund der fruchtbarsten Landstriche Estlands.

Der Richk oder Plink ist ein ungeschichtetes, aus unregelmässig zusammengehäuften und zusammengepressten, mehr oder weniger scharfkantigen Steinen bestehendes Lager, und diese Steine sind entweder Bruchstücke der silurischen Kalksteinlager Estlands, oder der krystallinischen Gesteine Finnlands; es haftet an ihnen ein feines, durch Friktion entstandenes Gesteinsmehl.

Schmidt fand den Richk immer auf silurischem Gestein aufliegend und beobachtete an den Steinen polirte und geschrammte Flächen. Ja, an einem grossen, im Richk befindlichen Granitblocke beobachtete er, zwischen Kerro und Lelle, im nördlichen Livland, auf der polirten Oberfläche tiefe Schrammen, welche die in ganz Est- und Livland gewöhnliche

1) Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, Nord-Livland und Oesel von Friedr. Schmidt. (Dorpater Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. Band II. Erste Lieferung. Fr. Schmidt: Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und auf Oesel. (Bulletin de l'Acad. d. sc. de St.-Pétersbourg, tome VIII, pag. 348 und ff.)

Richtung der Schrammen von NW. nach SO. haben. Schmidt sieht darin den Beweis, dass alles «Scheuermaterial» über diesen Block hinweggegangen ist, ohne dass er dabei die ein Mal eingenommene Stellung geändert hätte, und spricht überdiess die Meinung aus, dass in den Richklagern Bruchstücke nördlich anstehender Gesteine vorherrschen, was genau mit der Richtung der Schrammen zusammenhängt, die bei dem Vorschieben der Richkmassen nach Süden entstanden sind. «Dass das Hauptagens», sagt Schmidt weiter, «bei diesem Vorrücken das Eis gewesen ist, und zwar eine zusammenhängende, grosse Eisthätigkeit, die sich von Schweden und Finnland über unser Gebiet verbreitete, das scheint mir jetzt festzustehen.

Die Richtigkeit dieser auf Grundlage vergleichender geologischer Untersuchungen gewonnene Ansicht, ist vor Kurzem in der Baltischen Wochenschrift, 1867, N. 21 von dem Professor der Chemie in Dorpat, C. Schmidt, vom Standpunkte der chemischen Geologie aus bezweifelt worden.

Professor Schmidt unterwarf den Richk von Pörrafer, so wie den seinen Untergrund bildenden, obersilurischen Dolomit, mit Ptilodictia lanceolata Goldf. und Spirigerina reticularis, der chemischen Analyse und gelangte zu der Ueberzeugung, «dass die Richkfragmente durch mechanische Zerklüftung (Wintersprengung) abgespaltene Bruchstücke des anstehenden Dolomituntergrundes, mit letzterem paläontologisch und chemisch identisch sind, und dass ihre genetischen Beziehungen zum Untergrunde dieselben sind, wie die der Glintbruchstücke, die die Felder Nordestlands oft so massenhaft bedecken, dass man statt eines Ackergrundes Strassenpflaster zu sehen glaubt».

Diese Anschauungsweise hat eine Entgegnung des Herrn Fr. Schmidt veranlasst, welche ich mit seiner Genehmigung hier als besondere Notiz einschalte, ohne mich selbst schon jetzt für die eine oder andere Meinung zu entscheiden. Nur darin möchte ich schon gegenwärtig mit dem Verfasser der Notiz übereinstimmen, dass dieser Gegenstand zu seiner definitiven Erledigung noch mancher Beobachtung an den besprochenen Massen selbst, so wie mancher chemischen Analyse der dieselben zusammensetzenden Substanzen bedarf.

Horizontale Kalksteinlager, die durch Wintersprengung in scharfkantige Stücke zerfallen sind, habe ich in der Bergkalkformation des Tulaer Gouvernements, namentlich bei der Kohlengrube Tawarkowa, südlich von Bogorodizk, beobachtet und beschrieben (Mém. de l'Académie Imp. d. sc. de St.-Pétersbourg, Tome III, N. 3, und Bulletin de l'Acad. de St.-Pétersburg, Tome IV, pag. 449—453). Sie entsprechen einigermassen dem estländischen Richk oder Plink, unterscheiden sich aber von ihm dadurch, dass die Stücke nicht durch Steinmehl, sondern durch Diluviallehm und Kalksteingrus locker verkittet und ohne alle Spuren von Friktion sind.

Aehnliche lockere, an dem Orte ihres Vorkommens entstandene Brekzien werden sich sicherlich auch auf den silurischen Kalksteinen Estlands und auf den devonischen Kalksteinen Livlands auffinden lassen, und wenn man an ihnen keinerlei Friktionsphänomene und keine Beimengung von nordischen Wanderblöcken wahrnimmt, so wird man veranlasst

sein, sie für eine nach der erratischen Periode entstandene Veränderung anstehender Kalksteinschichten zu halten.

Friktionsbrekzien, die ihrer Zusammensetzung nach den von Professor C. Schmidt beschriebenen sehr ähnlich sehen, konnte ich im Gebiete der devonischen Kalksteine am Ilmensee, zwischen Retlö und Pustosch beobachten (*Fig. 33*).

Ein dunkelrother, sehr thoniger Kalkstein *b*, der ausserordentlich reich an Versteinerungen ist (Spirigerina reticularis, Spirifer tenticulum, Terebratula Helmerseni Buch, in der grössten Menge) liegt zwischen zwei hellen, dichten, an Petrefakten armen Kalksteinschichten *a* und *c*. Diese Schichten sind verworfen und über einander geschoben und dabei in der Kluft *e* eine Reibungsbrekzie *e* entstanden, die aus scharfkantigen, mitunter etwas abgerundeten Bruchstücken des rothen und der beiden hellen Kalksteine besteht. Ein feines lockeres Kalkmehl verbindet die Bruchstücke, und wenn auch diese Massen bisher keiner chemischen Analyse unterzogen wurden, so lässt sich schon aus den Umständen ihres Vorkommens mit Sicherheit schliessen, dass sie die Zusammensetzung der Gesteine haben werden, durch deren Zerreibung sie offenbar entstanden sind.

Professor Grewingk (Geologie von Liv- und Kurland, pag. 76) beschreibt eine bei Kardis, im nördlichen Livland vorkommende, aus weissem Kalkpulver und Kalksteinknollen bestehende Ablagerung, die ebenfalls zum Richk zu gehören scheint, und hält ihre Entstehung schon deshalb für keine örtliche, weil sie an alten Dünen abgesetzt ward, und das Material zu ihrer Bildung wahrscheinlich von dem, weiter nördlich, im östlichen Estland anstehenden Borealis-Kalkstein entnommen wurde.

Ich lasse hier Fr. Schmidts Notiz folgen.

Notiz über neuere Untersuchungen

im Gebiete der

Glacial- und Postglacialformation in Estland und Schweden

von

Mag. Fr. Schmidt.

Seit der Herausgabe meines Artikels «Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und Oesel» im «Bulletin scientif. T. VI der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 1865» habe ich Gelegenheit gehabt, durch eine zweite Reise nach Schweden und durch neuere Untersuchungen in Estland, meine Kenntnisse der einschlagenden Erscheinungen zu erweitern. In Estland bin ich seit dem verflossenen Sommer, 1867, mit einer speziellen geologischen Aufnahme des Landes beschäftigt, die ich im Auftrage der Estländischen Ritterschaft auszuführen habe.

Im Wesentlichen muss ich an meinen früher geäusserten Ansichten festhalten, doch kann ich jetzt einige weitere Aufklärungen geben.

Was zunächst die Grandrücken betrifft, so bin ich auch neuerdings in der Meinung bestärkt worden, dass unsere Grandrücken mit den alten und neuen Strandlinien unserer Küsten ihrer Entstehung nach zusammen gehören und nicht von ihnen zu trennen sind. Ebenso verhalten sich die Strandwälle der Insel Gothland, die eben fast nur längs den Küsten ausgebildet sind. Mit den schwedischen Åsar ist die Uebereinstimmung, wie ich mich durch Augenschein und durch die Belehrungen der schwedischen Geologen (namentlich Hr. H. v. Post) überzeugt habe, nur eine scheinbare. Während unsere Grandrücken im Innern des Landes immer die höchsten Stellen des Landes einnehmen und im nördlichen Estland namentlich die Wasserscheide der parallel von SW. nach NO. fliessenden Bäche bilden, ziehen sich die schwedischen Åsar vorzugsweise längs dem Grunde von Thalbildungen hin, deren Seitenwände von anstehendem Gestein oder glacialem Krossskensgruss gebildet werden, wie man sich vielfach auf den Karten der schwedischen geologischen Aufnahme überzeugen kann. Sie bestehen nach v. Post in ihrem Kern (kärna) aus einem Haufwerk loser Steine, die weiter nördlich (entsprechend der Richtung der Glacialschrammen) anstehen, und sind oben von geschichteten Lagern von Sand, kleinen Rollsteinen und geschichtetem Thon bedeckt. In diesen oberen Lagern finden sich in niederen Niveaus, bis über 100 Fuss auf der Ostseeabdachung, Einlagerungen von Muschelschalen, deren Thiere noch jetzt in der Ostsee leben. Nur diese oberen, geschichteten Lagen hält man für marinen Ursprungs, während v. Post den aufgehäuften Kern der Åsar für Mittelmoränen anspricht. Die geschichteten Thon- oder Mergellagen (hoarfvig lera), die oft die Seiten der Åsär bedecken, haben eine grosse Verbreitung in Schweden und steigen, wie die neueste Uebersichtskarte im 7. Heft des schwedischen geologischen Kartenwerks zeigt, bis gegen 500 F. an. Man hält diesen geschichteten Thon für eine Meeresbildung, die gleich nach dem Rückzug der Gletscher (von denen der überall verbreitete Kross-stensgruss herrührt) in einem kalten Meere abgesetzt wurde, und hat in dieser Bildung auch wiederholt die hochnordische Muschel Goldia arctica gefunden, die jetzt dem Eismeer eigenthümlich ist. Bei uns ist kein sicheres Aequivalent dieses geschichteten Mergels nachzuweisen gewesen. Wohl aber findet sich in den Niederungen und den früheren Buchten der Wiek ein geschichteter dunkler, (freiliegend oder von muschelführendem Sand und Gruss bedeckt) schwefelhaltiger Thon, der sich noch jetzt als heilsamer Meeresschlamm bildet und auch in Schweden sein Aequivalent in dem schwarzen Thon (Swartlera) findet, der an vielen Orten in den alten Buchten des Mälar gefunden ist und dem hoarfiga lera aufliegt. Unsere Thonlager im Innern des Landes scheinen grösstentheils Süsswasserbildungen zu sein; sie lagern dem bei uns so wie in Schweden über das ganze Land verbreiteten Kross-stensgruss (bei uns Richk oder Plink) auf, auf den wir nachher zurückkommen.

Die grosse Analogie in der Bildung unserer Strandwälle und tiefer im Lande gelegenen Grandrücken machte es auffallend, dass bisher bei uns tiefer im Lande noch keine subfossilen Ostseemuscheln gefunden waren. Ich habe im verflossenen Sommer die Geröllablagerungen der Wiek sehr genau untersucht und folgende hier einschlägige Resultate gefunden. Wo an

Küsten starke Brandung ist, bilden sich Strandwälle mit stark abgerundeten Geröllen und selten erkennbaren Muschelschalen, die bei ihrer Zartheit sehr leicht zerstört werden. Diese Geröllbänke ziehen sich auf vorgebildeten Untiefen als schmale Grandrücken ins Meer hinein, oder erscheinen als schmale, langgestreckte Inseln, wie vielfach in dem Meere zwischen Dago und Hapsal zu beobachten ist. (So an der Spitze der Inseln Worms und Kassar, an den Inseln Harri und Hestholm.)

Für gewöhnlich sind aber die Strandwälle nicht hoch aufgeworfen, sondern erscheinen als flache Schwellen, die aus Sand und eckigen, wenig gerollten Gesteinsbruchstücken bestehen; diese enthalten neue Meeresmuscheln in grosser Menge. Diese Bildung erstreckt sich auch als alter Meeresboden über einen grossen Theil des Flachlandes der Inseln Dago, Worms, Nuckö und der Umgegend von Hapsal. Oft sind diese flachen Strandwälle von Küsteneis zu unregelmässigen Hügeln zusammengeschoben, die von gleichfalls vom Eise herangeschobenen, erratischen Blöcken besetzt sind, wie ich solche Blocktransporte jetzt von den Küsten der Wiek in ausgedehntem Maassstabe kenne und selbst mehrfach angeschobene Blöcke, mit Furchen hinter sich und einem Granthaufen vor sich, gesehen habe.

Diese flachen Küstenwälle nun, mit den noch jetzt die Ostsee bevölkernden Muscheln: *Tellina baltica*, *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Paludinella stagnalis*, (dazu kommt die jetzt hier ausgestorbene *Littorina litorea* auf den hohen Strandwällen von Dago) lassen sich etwa 30 bis 40 Fuss hoch und 20 Werst landeinwärts verfolgen (so noch zwischen Pönal und Pallifer). Weiter ins Innere und zum Theil auch in einem höheren Niveau (so bei Piersal 30 Werst vom Meer) habe ich sonderbarer Weise in ähnlichen, alten Uferwällen aus wenig gerollten Steinen, keine echten Meeresmuscheln mehr gefunden, wohl aber Brakwasserformen wie *Paludina baltica* und echte Süsswassermuscheln, wie *Ancylus fluviatilis* und Bruchstücke eines nicht näher zu bestimmenden Unio.

Im Festlande kenne ich den nämlichen Ancylus noch von Mannalas (auch ziemlich hoch), von Padis (im Geröll eines landeinwärts fallenden Abhanges) und mit *Paludina baltica* zusammen von der Kirche Karusen. Hier sind die Verhältnisse derartig, dass man an Ablagerungen von Geröllen am Ufer einer Brakwasserbucht denken kann, indem nach NW. auf dem Wege nach Matzal das anstehende Gestein stärker ansteigt und an seinem Abfall nach der See zu die bekannten Meeresmuscheln zeigt, während der landeinwärts gerichtete Abhang an mehreren Stellen nur *Paludina baltica* im Geröllgruss finden lässt. Am auffallendsten ist das Zusammenvorkommen des *Ancylus fluviatilis* mit der *Paludina baltica*; ersterer ist jetzt nur aus fliessenden Bächen, nicht einmal aus Seen bekannt. Ich glaube mir nur dadurch helfen zu können, dass ich annehme, es werde mir noch gelingen, meinen subfossilen Ancylus von unserem *Ancylus fluviatilis* zu unterscheiden. Es giebt auch schon einen sehr ähnlichen *Ancylus baicalensis*, aus dem Baikalsee, wo ja mancherlei marine Crustaceen gefunden sind, die für eine frühere Verbindung mit dem Eismeer sprechen. Von *A. lacastris* ist meine Muschel ganz verschieden.

Ganz auffallend ist das Zusammenvorkommen von unserem *Ancylus* mit *Paludina bal-*

tica in dem Geröllrücken, der auf der Höhe der Insel Moon, von der Kirche sich einige Werst weit nach S. erstreckt. Hier ist es schwer, die Begränzungen einer alten Braakwasserbucht aufzufinden. Vielmehr finden sich in scheinbar niedriger gelegenen Uferwällen und im Grunde von Torfmooren wieder die gemeinen Ostseemuscheln. Genauere Nivellements werden hier vielleicht Aufklärung bringen. Immerhin ein Unterschied von Schweden, wo nach dem Innern des Landes der marine Charakter der subfossilen Muscheln eher zunimmt.

Ich komme auf unsere Glacialschichten, den Richk oder Plink zurück, um einen Angriff, den Prof. C. Schmidt in Dorpat gegen die glaciale Natur meines Richk in der Baltischen Wochenschrift 1867, No. 21 gemacht hat, zu beleuchten.

Prof. Schmidt hat das Material des Pörraferschen Richk und das darunter anstehende Gestein einer vergleichenden chemischen Analyse unterworfen und kommmt zu dem Resultat, dass der Richk von Pörrafer wenigstens nicht glacialer Natur sei, sondern durch locales Zerfallen der obersten anstehenden Dolomitschichten, veranlasst durch Frost und Einwirkung der Frühlingswasser, hervorgebracht sei. Er stützt sich auf die gleichartige Zusammensetzung des Richk und des anstehenden Gesteins und führt eigene Beobachtungen vom Estländischen Glint, von Chudleigh und Orro an, wo sich ähnliche Geröllmassen durch lokale Zerstörung der silurischen Kalksteinschichten bilden. Ich bin Prof. Schmidt sehr dankbar, dass er mich auf diese lokale Entstehung der richkartigen Bildung aufmerksam gemacht hat. Ich habe an vielen Orten, wo die anstehenden Schichten aus dünnen Platten bestehen und viel unregelmässig vertheilten Thongehalt haben, ganz ähnliche Erscheinungen im verflossenen Sommer beobachtet. Leider habe ich in diesem Sommer den Pörraferschen Richk nicht wieder aufgesucht; ich wollte Herrn v. Middendorff's Rückkunft abwarten, um die nämliche Stelle nochmals zu untersuchen, von der er Proben nach Dorpat geschickt hat. Denn ich meine, dass die Frage nach glacialer oder localer Natur eines Richk nicht durch chemische Analyse von Gesteinsproben, sondern nur durch Untersuchung an Ort und Stelle gelöst werden kann. Ich bestehe, wie gesagt, im Augenblick nicht sehr auf der glacialen Natur des Richk von Pörrafer, wohl aber muss ich hervorheben, dass der glaciale Richk oder besser Plink (wie er an den meisten Orten genannt wird) eine ausgedehnte Verbreitung über das silurische Gebiet von Estland, Oesel und Nordlivland hat, ganz so, wie er fast überall den Felsboden von Schweden und seinen umliegenden Inseln aufliegt. Die charakteristischen Zeichen unserer Glaciallager sind aber, dass in ihnen die Gerölle nicht geschichtet sind, sondern unregelmässig durch einander liegen, und durch feines, mergeliges Gesteinsmehl verbunden sind, dass die Gerölle nicht gerollt und meist auch nicht scharfkantig, gewöhnlich aber von unregelmässig stumpfkantiger Form, auch häufig polirt und in verschiedenen Richtungen von eingeritzten Schrammen bedeckt sind; dass die Gerölle nur zum geringen Theil lokalen Ursprungs sind, zum grösseren aber weiter von Norden herstammen, entsprechend der Schrammenrichtung in der betreffenden Gegend. Der feste Plink wird jährlich an vielen Orten durch Grabenschneiden blossgelegt und ist seiner Zähigkeit wegen eine wahre Noth für den Arbeiter. Der aufgelockerte, oben mit Sand, Lehm

und Humus vermischte ist die gewöhnliche Ackerde im Innern von Estland, wo die massenhaften Steinzäune, die zusammen Tausende von Wersten lang sind, und die vielen Steinhaufen auf den Feldern grösstentheils aus ihm hervorgeholt sind, wo man nicht etwa nach uralter Landesart auf den Grandrücken die Felder angelegt hat.

Die grosse Ungleichheit in der Stärke der Schrammen, die ganze oder nur theilweise Politur der Gesteinsoberfläche, die Veränderung der Richtung der Schrammen je nach den lokalen Thal- und Höhenrichtungen, lassen mich noch immer etwas zweifeln an der reinen Gletschernatur unserer Schrammen und lassen mich nach schwimmenden Eismassen umschauen, deren schrammende und polirende Wirkung ich an den Felsen des unteren Jenisseiufers im verflossenen Jahre, 1866, hinlänglich zu beobachten Gelegenheit gehabt habe. Hiermit stimmt auch, dass auch in Schweden die Richtung der Schrammen nicht constant auf die Basis der Kjölen hinweist. In Gothland z. B. verlaufen die sehr stark ausgebildeten Schrammen bei Wisby und Martebo entsprechend dem Streichen der silurischen Schichten von NO. nach SW. parallel der schwedischen Küste. Von den zu erwartenden grösseren Publicationen O. Torell's hoffen wir Aufklärung über manche dieser Verhältnisse.

Gehen wir nun an die Düna und an den Dnepr hinüber. Als ich im Jahre 1850 die Ufer dieser Ströme auf langen Strecken besuchte, hatte ich Gelegenheit, das an denselben entblösste Diluvium an vielen Orten zu beobachten und fand seine Zusammensetzung an denselben im Ganzen sehr übereinstimmend. Es ist in diesen Gegenden mächtig entwickelt, und zeigt sehr oft in einem und demselben Profile seine beiden Hauptglieder, das obere oder den Blocksand und das untere, den rothen Blocklehm. Und überall findet man neben den Bruchstücken Finnländischer Gesteine, auch Kalksteingerölle mit ober- und untersilurischen und devonischen Petrefakten, zu denen sich weiter im Süden auch welche aus dem Bergkalk gesellen, wie wir an den folgenden Beispielen sehen werden.

Am hohen, steilen Ufer der Düna, bei der oberhalb Dünaburg liegenden Poststation Plakscha, liegt unter der Dammerde Diluvialsand und Blocklehm, beide mit Trümmern krystallinischer Gesteine und Kalksteingeröllen reichlich versehen. In den letzteren befinden sich folgende organische Reste: *Calamopora Gothlandica*, *Calamapora polymorpha*, *Stromatopora concentrica*, *Pentamerus oblongus* aus dem obersilurischen Gebiete Estlands und *Rhynchonella livonica* aus dem devonischen Systeme Livlands oder des Gouvernements Pskow. Der Blocklehm liegt hier unmittelbar auf horizontalen Schichten eines weissen, sehr lockeren, Glimmerschüppchen enthaltenden und diagonal geschichteten Sandsteines, unter welchem dann ein roth- und grüngestreifter, fetter Thon und an der Basis des Profils lockerer, weisser Sandstein folgt. Obgleich in diesen drei Schichten keine Petrefakten zu fin-

den waren, so bin ich, wegen ihrer petrographischen Aehnlichkeit mit devonischen, geneigt sie für solche zu halten. Einige Werst flussabwärts von Dünaburg ist der rothe Blocklehm am rechten Ufer ebenfalls entblösst, und hier wie überall von lockerem Flugsande bedeckt, der offenbar weiter nichts als aufgelockerter und von Wind und Wasser über die Erdoberfläche verbreiteter Blocksand ist. Ich erwähne dieser Stelle deshalb besonders, weil ich hier im Blocklehm ausser den oben erwähnten Geröllen auch fossile, an der Zunge haftende Knochenfragmente von grossen Säugethieren fand.

Bei Pridruisk, der Stadt Druja gegenüber, fand ich mit obersilurischen Petrefakten zusammen, aber in getrennten Geröllen, den Sipho eines *Orthoceratites vaginatus*, des charakteristischen Repräsentanten des untersilurischen Kalksteins Estlands.

Auch bei Polozk ist der rothe Blocklehm an der Düna und deren Nebenschluchten, mächtig entblösst und auf dem Wege von Polozk nach Newel kann man ihn gut bei Krasnopolje beobachten, wo er weniger von Sanddünen überweht ist. Diese treten aber zwischen Polozk und Krasnopolje mit kleinen Sümpfen abwechselnd, in zahlloser Menge auf. Wir sahen jedoch nie Wanderblöcke in ihnen.

Bei Newel tritt der rothe Blocklehm auf allen benachbarten Höhen zu Tage, und die ihm beigemengten Wanderblöcke krystallinischer Gesteinsarten erreichen 2 bis 3 F. im Durchmesser. Grössere Blöcke waren nur sehr selten zu sehen, eben so selten grössere Sandåsar oder Dünen. Aber ein Wechsel von Blocklehm mit Schichten lockeren Sandes wurde mehrmals beobachtet. Ich will hier besonders eines Profils erwähnen, das auf der ersten Station von Newel nach Witebsk künstlich an einer Stelle entblösst worden war, wo man 14 Fuss tiefe Gruben gegraben hatte, um mit dem ihnen entnommenen Sande eingesunkene Stellen der benachbarten Chaussee nachzufüllen (*Fig. 24*).

Oben liegt eine dünne Schicht grauen, mit Ackererde vermengten Lehmes und in ihr grosse Gerölle von Granit, Gneiss, Quarzit. Unter ihr folgt die Ablagerung *b*, bestehend aus abwechselnden Lagen von Thon und Sand, in denen kleine Gerölle (Grus) eingeschlossen sind. Die einzelnen Thonlagen verlaufen, wie die Sandlager, horizontal, sind aber kurz und keilen sich bald aus. Dabei war deutlich zu bemerken, dass die dünnen Lagen diess viel früher als die dicken thun, deren horizontale Ausdehnung bedeutender zu sein pflegt.

Die Lagen sind auf mannigfache Art verworfen und die gewöhnlich nur einige Linien, seltener einen Zoll breiten Verwerfungsklüfte mit braunem, grobem Quarzsande ausgefüllt.

Der ganze Raum von Witebsk über Surash nach Welish, ist mit Blocklehm und Blocksand bedeckt, unter denen nur hie und da devonische Kalksteine oder Bergkalkschichten in dürftigen Entblössungen hervorblicken. Das Thal der Düna ist an manchen Stellen bis 100 Fuss tief in das Diluvium eingeschnitten und mit Wanderblöcken und Geröllen dicht besäet.

Als wir von Welish die Düna zu Boote hinab bis Witebsk fuhren, machten uns unsere Ruderer auf mehrere niedrige Geröllebänke aufmerksam, welche erst im Frühlinge desselben Jahres (1850) von dem Treibeise zusammengeschoben worden waren und sich 2 bis 3

Fuss über dem Sommerstande des Stromes erhoben. Selbst Geschiebe ansehnlicher Grösse sollen bisweilen vom Eise ans Ufer gedrängt, oder flussabwärts transportirt werden.

Es tragen also die von Süd nach Nord strömenden Flüsse, wie die Düna, die Welikaia mit der Narova, der Wolchow, die Dwina, auf diese Weise einen Theil der nach Süden gewanderten Felstrümmer Finnlands und des Olonezer Gebiets, allmählich wieder ihrer ursprünglichen Heimath näher, während die nach Süd fliessenden sie immer weiter von ihr entfernen.

Von Witebsk begab ich mich auf jener Reise nach Orscha am Dnepr.

Ich habe schon oben eines kolossalen, sterilen Steinmmeeres bei Orscha erwähnt, das frei zu Tage liegt, und die Meinung ausgesprochen, dass es die durch Abspülung frei gewordene Oberfläche einer hier anstehenden Diluvialmasse ist, die näher beschrieben zu werden verdient.

Bei Orscha geht am Ufer und auf dem Boden des Dnepr devonischer Dolomit zu Tage, und unmittelbar auf ihm liegt das Diluvium, das ausser den Trümmern krystallinischer Gesteine eine so überwiegende Menge von Dolomit- und Kalksteingeröllen enthält, dass man 40 bis 50 Fuss tiefe Gruben gräbt, um letztere zu sammeln und Kalk aus ihnen zu brennen; die Steine erreichen eine Länge von 2 bis 3 Fuss und gehören folgenden Arten an: Poröser, lockerer, graugelber Dolomit, dichter, fester, gelber Dolomit, grau- und rothgefleckter und blaugrüner, dichter Kalkstein und weisslicher, dünnschiefriger Mergel. Die Trümmer krystallinischer Gesteine, Granit, Gneiss etc. sind gegen die Kalksteine und Dolomite in der Minderzahl und kommen von Nussgrösse bis zum Durchmesser von 3 bis 4 Fuss vor. Ich bemerkte unter ihnen Rappakiwwi.

Alle diese Gerölle sind mehr oder weniger abgeschliffen und liegen dicht an einander gedrängt in einem Gemenge von Sand, Thon und feinem Grus. Und mitten unter ihnen liegt an einer Stelle ein 7 Fuss langer, 1 Fuss 6 Zoll dicker, scharfkantiger, rektangulär gestalteter Block eines löchrigen, mager anzufühlenden, gelben Dolomits, genau von derselben Beschaffenheit, wie der am Dnepr anstehende.

Die *Fig. 25* stellt dieses Profil dar.

Die oberste Schicht *c* besteht aus sandigem Lehm mit kleinen Geröllen krystallinischer und paläozoischer Gesteine.

Die nach unten folgende, *b*, ist die oben beschriebene, in welcher der Dolomitblock *a* liegt.

Im Tiefsten erschien noch die Schicht *d*, ein grober Sand aus Quarz, Feldspath und Glimmer, also ein von selbst zerfallener, oder zerriebener Granit.

Solche ungeschichtete Haufwerke mit so gewaltigen, scharfkantigen Trümmern des in der Nähe anstehenden Gesteins, konnten wohl nimmer vom Wasser zusammengetragen werden. Diese kolossale Geschiebeablagerung setzt noch mehrere Werst flussabwärts von Orscha fort, dann aber verliert sie sich allmählich, so dass wir bei der Stadt Kopyss an der Erdoberfläche und auf dem Boden des Dnepr nur selten einige grössere erratische Blöcke,

sondern meist nur kleines Gerölle sahen. Die wenigen, durch Anhäufungen von Blöcken verursachten Stromschnellen, welche zwischen Orscha und Mohilew vorkommen, sind, selbst bei niederem Wasserstande, so ungefährlich, dass schwer beladene Schiffe ohne Beschwerlichkeit vom unteren Dnepr bis Schklow hinaufgehen können.

Etwa 1 Werst flussaufwärts von Schklow geht das Diluvium am linken Ufer des Dnepr in einer 100 Fuss hohen und etwa unter 45° geneigten Wand zu Tage.

a. Der obere, 40 Fuss mächtige Theil dieses Durchschnitts besteht aus rothem Blocklehm, der neben vielen kleinen Geröllen nur einige grössere Blöcke umschliesst.

b. Unter ihm lagert bis an den Flussspiegel hinab, geschichteter, mit etwas Thon gemengter und ebenfalls kleines Gerölle krystallinischer Gesteine enthaltender Quarzsand.

In dem vielen, diesen Abhang bedeckenden und gewiss aus dem Diluvio herstammenden Gerölle, fand sich etwa 60 Fuss über dem Wasserspiegel, ein Rollstück von *Calamopora radians*, aus dem Bergkalke, und flussaufwärts von diesem Durchschnitte sammelte ich im Flussgerölle des Dnepr Stücke grauen, dichten Kalksteins mit *Spirifer tenticulum* aus dem Devonischen, und Stücke weissen, körnigen Kalksteins mit der obersilurischen Koralle *Calamopora Gothlandica*.

Noch besser aufgeschlossen als bei Schklow, ist das Diluvium bei Mohilew. Ich habe auch diesen, durch die zum Bau einer Brücke nothwendig gewordene Abgrabung aufgeschlossenen Durchschnitt, in meinem oben erwähnten Berichte bereits beschrieben und abgebildet, halte es aber für nützlich, hier auf denselben zurückzukommen.

Am südlichen Abhange der Höhe, auf welcher Mohilew steht, war das Diluvinm vom höchsten Thalrande bis zum Ufer des Dnepr in mehreren Terrassen abgegraben, so dass jede Schicht deutlich entblösst war. Ich schätzte die Höhe des Thalrandes über dem Flussspiegel auf 120 Fuss (*Fig. 26.*).

Das obere Drittheil dieses Durchschnitts *a* besteht aus rothem Lehm, mit sparsam in ihm vertheilten Granitblöcken, welche bis 3 Fuss im Durchmesser erreichen. Häufiger enthält er kleines Gerölle krystallinischer Gesteine. Die untere Abtheilung *b*, die an *a* so scharf absetzt, dass man die Grenze mit dem Rücken eines Messers bedecken kann, besteht aus feinkörnigem Sande hellgelber Farbe. Dünngeschichtete Lagen reinen Sandes wechseln mit thonigen, dunkler gefärbten Lagen. Die einzelnen Lagen haben oft nur 2 bis 4 Linien, und höchstens 4 Zoll Dicke, sind nicht selten wellenförmig oder dioganal gestreift und durch schräge, oder senkrechte Klüfte verworfen, wie an jenem, bei Newel beschriebenen Profil, mit welchem es überhaupt viel Aehnlichkeit hat, so wie mit dem Durchschnitte bei Schklow. In den oberen Horizonten dieser Sandablagerung kommen dünne Streifen von Granitgrus und kleine Granitgerölle, aber keine grossen Blöcke vor, was sehr bemerkenswerth ist. Eine solche Gruslage von 3 Zoll Dicke ist in der Zeichnung besonders angegeben.

Da man hier in der ganzen Umgebung wenig Granitgeschiebe an der Erdoberfläche findet, so ist man, wenn man ihrer bedarf, genöthigt, sie aus dem Blocklehm zu graben.

Sobald aber die Arbeiter durch diesen hindurch den Sand erreichen, stellen sie die Arbeit ein, weil sie aus Erfahrung wissen, dass der Sand keine Wanderblöcke, nicht einmal grösseres Gerölle enthält. An organischen Resten fanden sich im Sande nur in Eisenocher verwandelte Holzstücke mit deutlichen Jahresringen, mit ihnen zusammen auch Umbra.

Da diese Sandablagerung vom Blocklehm überlagert wird und keine Geschiebe enthält, da sie dünngeschichtet und von Klüften durchsetzt und verworfen ist, die den über ihr liegenden Blocklehm nicht scheinen betroffen zu haben, was auf eine discordante Lagerung hinweist, so war ich früher geneigt, in dieser und ihr ähnlichen Sandablagerungen mit Granitgrus, (bei Newel, Schklow, Woronesh) tertiäre Bildungen anzunehmen. Da jedoch bis jetzt in ihr keine, diese Altersbestimmung unterstützenden, organischen Reste aufgefunden worden sind, da sie kleine Gerölle krystallinischer Gesteine unseres Nordens enthält, und da es auch weiter im Norden, sogar in Finnland (bei Wiborg) Beispiele giebt, dass unter dem Blocklehm, und zwar zwischen ihm und dem anstehenden, festen Felsgrund diluviale Sandlager mit Geröllen vorkommen, so scheint es richtiger, die Mohilewer Sandablagerung als das unterste Glied des Diluvialbodens zu betrachten, das hier möglicherweise auf Devonischem liegen könnte.

Ich kehrte auf jener Reise von Mohilew nach Orscha zurück und begab mich von hier über Dubrowna, Krasnoi, Smolensk, Dorogobush, Jelna und Orel nach Sadonsk und Woronesh, und durchschnitt somit an zwei Stellen die Linie, welche auf der geologischen Karte Russlands, die wir meinem hochverehrten Freunde Murchison verdanken, die südliche Grenze der Verbreitung der Wanderblöcke mit rothen Punkten bezeichnet.

Diese Linie verläuft von West nach Ost auf dem halben Wege zwischen Mohilew und Kiew, bei Retschiza. Aber nach den merkwürdigen Entdeckungen des Professors Feofilaktow (an der St. Wladimir-Universität) finden sich im Diluvio des Kiewer Gouvernements noch Gerölle von Finnländischem Rappakiwwi und von Kalksteinen mit silurischen Petrefakten, die Magister Fr. Schmidt sofort als aus Estland abstammend erkannte.

Diese Entdeckung genügt nun, die südliche Grenze des nordischen Gerölles noch ziemlich weit über die Stadt Kijew hinaus zu versetzen.

Zwischen Orscha und Dubrowka enthält der hier verbreitete Blocklehm noch ziemlich viel Geschiebe und Gerölle von Granit und anderen krystallinischen Gesteinen und von dichtem, gelbem Dolomit. Aber nach Krasnoi hin, wurden sie immer seltener, nur hie und da sieht man einen mässig grossen Granitblock an der Oberfläche.

Eben so ist es bei der ehemaligen Ackerbauschule; selbst in den Thälern und an den Gehängen fehlen sie hier oft ganz; bei Syrokorenje, 10 Werst nördlich von Krasnoi, erscheinen Geschiebe und Gerölle krystallinischer Gesteine an den Abhängen der in das Diluvium einschneidenden Schluchten und auf dem Boden des Flüsschens, aber nur in geringer Menge.

Zwischen Krasnoi und Smolensk ist der Mangel an erratischen Blöcken noch sehr

auffallend, erst mit der Annäherung an Smolensk erschienen sie in den, nach dem Dnepr ziehenden Schluchten etwas häufiger.

In Smolensk theilte mir der Oberst Nikitin, der damals die nach Moskwa führende Chaussee baute, mit, dass die zu diesem Bau verwendeten erratischen Blöcke, 17 bis 30 Werst von Smolensk aus dem Blocklehm gegraben worden, in welchen man aus den Schluchten, mittelst langer Stollen hineingeht.

Und in der That sah ich steinreichen Blocklehm in einer neben der neuen Chaussee befindlichen Schlucht, da wo erstere steil auf die benachbarten Höhen hinaufsteigt. Wie bei Mohilew, so lag auch hier der rothe Blocklehm oben, und unter ihm ein gelbgefärbter, sandiger, in kurzen Schichten abgelagerter Lehm, in welchem viel Gerölle und ziemlich viel Geschiebe von verschiedenen Graniten, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzfels, Diorit und Amphibolit enthalten sind. Am auffallendsten waren aber mehrere grosse Geschiebe eines sehr groben Conglomerats, das aus abgerollten, bis faust- und kopfgrossen Stücken von Granit, Gneiss, Quarzfels, Hornstein und aus scharfkantigen Stücken eines gelben, weichen Kalksteins besteht, wie er auch im Diluvio bei Smolensk vorkommt. Diese Gesteinstrümmer sind durch einen grobkörnigen, thonigen, eisenschüssigen Sandstein verkittet, in welchem man dieselben Gesteine, nur zu feinem Grus zerrieben, wiederfindet. Augenscheinlich ist es ein, durch das Eindringen von Eisenoxyd enthaltendem Wasser erhärtetes Diluvium [1]).

Nordöstlich von Smolensk, auf dem Wege nach Dorogobush, wird die Gegend hochhügelig wie bei Newel, aber die Wanderblöcke verschwinden fast ganz, bis sie, einige Werst vor der Station Michailowka, plötzlich in Menge wieder erscheinen, aber meist von geringen Dimensionen. In der Gegend von Dorogobush bis Jelna waren keine Wanderblöcke und Gerölle zu bemerken, nicht eimal in den Thaleinschnitten.

Die Ebene, auf welcher Jelna liegt, ist westlich von hohen Hügeln begrenzt, die sich bis Smolensk ziehen. Eine Untersuchung derselben zeigte, dass sie, wenigstens in ihren oberen Theilen aus rothem, diluvialem Lehm bestehen, aber es waren keine Blöcke in ihm zu finden. Sie mögen vielleicht in der Tiefe vorkommen, wie bei Roslawl, wo wir sie auch an der Oberfläche wiedersahen.

An den bei Roslawl, an der Chaussee gemachten Erddurchschnitten sah man oben sandigen, rothen Lehm mit nordischen Geröllen und unter ihm lockeren, geschichteten Sandstein, ähnlich wie bei Mohilew.

Es ward schon oben erwähnt, dass mit diesem Gerölle zusammen hier erratische Juraversteinerungen gefunden worden sind, *Gryphaea dilatata* und *Gryphaea virgula*, die aus den Juraschichten von Medyn herstammen mögen.

Zwischen Bränsk und Roslawl waren keine erratischen Trümmer zu sehen, mit Aus-

---

1) Die Gegend des Forstinstituts bei St. Petersburg ist reich an eisenhaltigem Quellwasser. Wo solches Wasser den Diluvialsand durchdringt, färbt es denselben dunkelgelb und verwandelt ihn in einen ziemlich festen Sandstein.

nahme von Feldspathkörnern und kleinem Granitgerölle in einem, bei der Poststation Ostrajewka aufgeschlossenen lockeren Sandstein.

Ebenso fehlen sie zwischen Bränsk und Orel, und die sandigthonige Ablagerung, welche hier den rothen Blocklehm vertritt, hat eine bräunlichgelbe oder röthlichgelbe Farbe und stets eine Beimengung von kohlensaurem Kalk. Dieses Diluvium ist der Träger des Tschernosem.

Dass bei Jelez, auf dem Boden einer Schlucht, bis zwei Zoll lange Granitgerölle mit rothem Orthoklas und grauem Quarze vorkommen, ward schon oben erwähnt, aber von grösseren Geröllen oder Geschieben ist auch hier keine Spur mehr zu bemerken, so wie bei Sadonsk und Woronesh, wo nur hie und da dünne Lagen von Grus aus krystallinischen Gesteinen und ganz vereinzelte, durch die nach Süden fliessenden Flüsse verschleppte Granitgerölle vorkommen.

Hier mag aber noch einer Beobachtung erwähnt werden, die wieder an den estländischen Richk oder Plink erinnert.

Bei Sadonsk und in der ganzen Umgegend, liegt auf den hier anstehenden devonischen Kalksteinen, ein aus Sand, aus losen, scharfkantigen Kalksteintafeln und aus weisslich grauem Mergel bestehender Schuttboden. Zwischen ihm und dem anstehenden Gesteine finden sich an einigen Stellen, nicht überall, 4 bis 6 Zoll dicke Schichten eines grünlichen Thones, in welchem auch, aber nur einige wenige Kalksteinbruchstücke zu liegen pflegen. Gewiss sind diese Trümmerschichten das Produkt eines, wie es scheint, lokalen Zerstörungsprozesses (Wintersprengung und Wirkung von Schnee und Regenwasser). Auch hier, wie an unzählig vielen Orten, wird man zur Lösung der Frage über die Entstehungsart ähnlicher Massen, ausser den Lagerungsverhältnissen und den petrographischen und paläontologischen Kennzeichen, die chemische Analyse requiriren müssen.

Und wenn einst die Phänomene der sogenannten Glacialzeit bei uns mit ähnlicher Vollständigkeit werden erforscht sein, wie in Schottland und England und wie sie ganz kürzlich Erdmann und Paykull in Schweden und vor ihnen Post, und wie sie die Geologen Norvegens, Kjerulf und Sars behandelt haben, so werden wir zur Erklärung dieser und ähnlicher Erscheinungen auch die Periode der Vereisung und das abwechselnde Auftauchen und Herabsinken der Kontinente zu Hülfe nehmen müssen.

IV.

Von der absoluten und relativen Höhe, in welcher die Wanderblöcke und Gerölle und die anstehenden Felsmassen vorkommen, von denen sie abgelöst wurden.

Da man bisher dem, in dieser Aufschrift bezeichneten Verhältnisse nur wenige Aufmerksamkeit geschenkt, dasselbe aber ein nicht geringes Gewicht in der Beurtheilung der

Frage von den erratischen Phänomenen hat, so will ich ansh diesen Gegenstand berühren, so weit als meine eigenen Erfahrungen und die wenigen anderen, hierher gehörigen Nachrichten reichen.

Wir besitzen eine, von C. W. Gyldén, 1855 herausgegebene Höhenkarte von Finnland, auf welcher die gleichwerthigen Höhen mit einer Farbe und jede Höhenabstufung mit einer besonderen angegeben ist [1]). Leider besitzen wir aber noch keine geologische Karte von Finnland. Was wir von der Verbreitung einzelner Formationen und Gebirgsarten kennen, verdanken wir hauptsächlich den Bemühungen Nordenskjöld's, Holmberg's, Gadolin's und Pusyrewsky's. Im Olonezer Gebiete habe ich eine Reihe von Punkten barometrisch bestimmt; diese Höhenangaben können also nur eine geringere Sicherheit gewähren, im Vergleiche zu Gyldén's Angaben, die auf geodätischen Nivellements beruhen.

Für das übrige Russland besitzen wir zwar eine beträchtliche Anzahl von Höhenbestimmungen, allein sie haben auch einen sehr verschiedenen Werth. Die einen sind die Resultate einzelner oder im Laufe von mehreren Monaten und Jahren angestellter barometrischer Beobachtungen oder auch barometrischer Stationennivellements, wie z. B. das durch den Akademiker Hess und durch mich 1824 ausgeführte. Es hatte den Zweck, die absolute Höhe der Wolgaquellen und vieler Punkte zu bestimmen, die zwischen diesen und dem Finnischen Meerbusen liegen.

Andere wurden bei den zur Anlage von Kunststrassen erforderlichen geodätischen Nivellements, und noch andere bei Gelegenheit der Russischen Gradmessung von der Donau bis zum Nordkap, und während der vom Kaiserlichen Generalstabe ausgeführten Triangulationen, erlangt. Sie sind wegen der grösseren Sicherheit ihrer Resultate den barometrischen vorzuziehen.

Die in dem Folgenden vorkommenden Höhenangaben aus Livland, sind den Mittheilungen Struves, unseres berühmten Geometers, entnommen, dem wir eine, in den Schriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften erschienene, und von einem Texte begleitete Höhenkarte Livlands verdanken.

Der Raum, auf welchem in Russland nordische Blöcke und Gerölle verbreitet sind, lässt sich jetzt noch nicht mit völliger Sicherheit bestimmen. Das kann man aber nachweisen, dass sie vom Niveau des Finnischen Meerbusens, ja sogar von dem Boden desselben bis auf die Gipfelpunkte des Landes hinaufsteigen, ohne dass man in diesem Ansteigen irgendwo eine Lücke, d. h. eine von Blöcken freie Höhenzone bemerkte.

Die höchsten Gegenden Russlands liegen bekanntlich in dessen mittleren Theilen und erreichen daselbst eine absolute Höhe von 800 bis 1400 Fuss englisch. Einige Beispiele mögen genügen.

---

1) Gyldén: Höid-karta ofver Finnland, Helsingfors, 1855.

Höhe über dem Meere in englischen Fuss.

Munnamäggi bei Hahnhof in Livland	1063
Wöllamäggi (ebendaselbst)	1009
Stadt Odojew, Gouvernement Tula	832
Agafonowa, Gouvernement Nowgorod	1470
Ilowa, Gouv. Nowgorod, in der Nähe von Scherechowitschi	1417
Lapatina, Gouvernement Twer	1487

An allen diesen Punkten kann man Wanderblöcke krystallinischer Gesteine sehen, die wir auf das Olonezer Gebiet und auf Finnland zurückzuführen berechtigt sind, aber bei dem Mangel einer geologischen Specialuntersuchung dieser Länder, lässt sich die ursprüngliche Lagerstätte nur für einige wenige, durch ihre mineralogische Zusammensetzung oder andere Kennzeichen sehr auffallende Gesteinsarten mit Sicherheit feststellen. Wir wollen uns daher für unseren Zweck auch nur dieser wenigen Beispiele und der paläozoischen Gesteine des nördlichen Russlands, als ebenfalls leicht erkennbarer bedienen, um so mehr, da sie genügen werden, die Erscheinungen, die hier abgehandelt werden sollen, deutlich zu machen.

Wir beschränken uns auf den Rappakiwwi Finnlands, auf den rothen Onegaquarzit, und auf die silurischen Kalksteine Estlands.

Der Rappakiwwi kommt, nach Holmberg's Angaben, in fünf verschiedenen Gegenden Finnlands vor:

1) Von einem, zwischen der Pernokirche und Lowisa liegenden Punkte bis zum Wuoxenflusse im Osten. Nach Nord erstreckt sich eine Rappakiwwi-Region bis zu einer Linie, welche von Walkiala (nördlich von Lowisa) nach Lunmäki (NW. von Wiborg) geht, und nach Gyldéns Karte erhebt sie sich vom Nullpunkte an der Meeresküste, bis 500 Fuss über dem Niveau des Finnischen Busens.
2) Auf dem Festlande Ålands. Dieses erreicht aber eine absolute Höhe von nur 200 F.
3) Im Gouvernement Åbo in den Kirchspielen Letala, Sastmola, Eura und Euraminne. Diese Kirchspiele liegen aber nicht über 400 Fuss hoch über dem Meere.
3) Bei Rautolampi, im Gouvernement Kuopio, wo einzelne Bergspitzen eine Höhe von 700 Fuss erreichen.
5) Bei Pieksamäki, Gouvernement St. Michel; der Ort hat eine absolute Höhe von 600 Fuss.

Siebenhundert Fuss wäre mithin die bedeutendste absolute Höhe, welche die Rappakiwwiberge in Finnland erreichen.

Ich erwähnte aber schon oben eines grossen, scharfkantigen Blockes desselben Gesteins, den ich auf dem 853 russische Fuss hohen Gipfel des, am nördlichen Ende des Seligersees liegenden Berges Orechova, beobachtete. Dieser Block liegt ganz frei auf der Dammerde, in die er nur einen Zoll eingesunken ist.

Und auf dem 1063 Fuss hohen Berge Munnamäggi, unweit Hahnhof, im südlichen Livland, hat man ebenfalls Rappakiwwigeschiebe gesehen.

In beiden Fällen ist kein Grund anzunehmen, dass diese Steine etwa von Menschen auf jene Höhe getragen wurden.

Der rothe Onegaquarzit mit seinen schönen und häufig vorkommenden Wellenabdrücken, ist ein so auffallendes Gestein, dass es auch von Laien leicht wiedererkannt und mit anderen Gesteinen nicht verwechselt wird. Seine Verbreitung kann genau angegeben werden; Aus der Gegend von Schokscha, am westlichen Ufer des Onega, geht es nach Süden bis in die Gegend von Wosnessenje und nach Westen bis nach Washinskaia Pristan, an der oberen Washina, und bis in die Gegend von Pidemskoi am Swir.

Der Onegasee liegt 253 Fuss über der Ostsee, der rothe Quarzit mag sich bei Washinskaia und bei Schokscha noch etwa 100 Fuss höher erheben und würde also eine absolute Höhe von 350 erreichen.

Nun habe ich aber Bruchstücke dieses Quarzits bei der Stadt Krestzy, im Nowgoroder Gouvernement, in einer absoluten Höhe von 683 Fuss angetroffen, also ebenfalls in einem Niveau, das das der ursprünglichen Lagerstätte bedeutend überragt, und Semenow und Möller sahen Tafeln desselben Gesteins im Diluvio bei Murajewna, im Räsanschen Gouvernement in einer Gegend, deren absolute Höhe man auf 600 bis 700 Fuss schätzte. (Mél. phys. et chim. tirès du Bullet. d. l'ac. Imp. d. sc· de St.-Pétersbourg, T. V, p. 668.)

Ueber die erratische Verbreitung der baltisch-silurischen und der devonischen Gesteine des nördlichen Russlands haben wir zahlreiche Beobachtungen.

In seiner Geologie von Liv- und Kurland, pag. 94 und 188, theilt Grewingk mit, dass er auf dem Munnamäggi und Wöllamäggi, also in mehr als 1000 Fuss Höhe, die obersilurischen Versteinerungen *Pentamerus borealis* und *Favosites alveolaris* angetroffen hat und dass bei Orscha am Dnepr (Gouvernement Witebsk) in 800 Fuss absoluter Höhe *Halysites escharoides* vorkommt.

An der oberen Düna bei Druja, das auch bedeutend hoch liegt, fand ich im Diluvio Gerölle mit *Pentamerus borealis* aus dem Obersilurischen, und andere mit den untersilurischen Petrefakten *Orthoceratites vaginatus* und *Stromatopora concentrica*, und bei Polock obersilurische Korallen.

Dass silurisches, nachweisbar aus Estland abstammendes Geschiebe sogar noch in Schlesien und am Nordabhange der Karpathen vorkommt, wissen wir durch Römer. Bei Tarnowitz in Schlesien findet man in 1000 Fuss Höhe, bei Teschen am Abhange der Karpathen in 1300 Fuss absoluter Höhe, Gerölle silurischen *Orthoceratitenkalks* und bei Sadewitz in Niederschlesien in 440 bis 550 Fuss Höhe, untersilurische Versteinerungen, die bei Lyckholm, in der Nähe von Hapsal, im anstehenden Gesteine vorkommen.

Bedenken wir nun, dass die untersilurischen Schichten Ingermannlands (Gouvernem.

St. Petersburg) und Estlands kaum 250 [1]), die obersilurischen Schichten Estlands nicht über 400 Fuss absoluter Höhe erreichen, so haben wir einen dritten Fall, wo die ursprüngliche Lagerstätte der Gesteine gegenwärtig tiefer liegt, als die Gerölle, die ihnen entnommen und nach Süden getragen wurden.

Die Fälle, in denen die Wanderblöcke und Gerölle in ein und demselben Niveau, oder tiefer liegen als ihre ursprüngliche Stätte, mögen die häufigsten sein und bedarf diese Erscheinung keiner Erklärung. Aber wie kommen sie in ein höheres Niveau?

War das Gebiet der nordischen Gesteine in Finnland, im Olonezer Bezirk und in Estland, vor dem Verluste an Gesteinsmasse, den es in der sogenannten Glacialperiode und in der postglacialen Zeit erlitt, um so viel höher als das erratische Gebiet in Russland und Schlesien, dass der grosse polare Gletscher nach dieser Richtung hinabgleiten und die Wanderblöcke nach Süden tragen konnte?

Oder erreichte das Diluvialmeer, das sich später des Gletscherschuttes bemächtigte und geschichtete Massen und Strandwälle aus ihm erzeugte, jene Höhen und setzte die Fremdlinge mittelst schwimmender Eisschollen auf ihnen ab?

Oder hat sich das erratische Gebiet nach dem Absatze des Diluviums und der grossen Blöcke stärker erhoben als das Gebiet der anstehenden Gesteine, von welchem es sein Material erhielt?

Oder waren es gar, wie ein berühmter Geolog es einmal ausgesprochen, Wurfkräfte die die Findlinge aus ihrer Heimath in die Fremde schleuderten?

Selbst wenn wir diese letzte, balistische Lehre ausser Acht lassen, so bleibt die Frage immer noch sehr komplicirt.

Ich bin mit manchen Anderen der Meinung, dass die erste Heimath unserer Wanderblöcke durch Verwitterung, Wintersprengung und durch Friktion ihre oberen Gesteinschichten eingebüsst hat, und dass viele Seen derselben in der That Becken sind, welche Urgletscher in das Gestein eingerieben haben — aber ich bin weit entfernt zu behaupten, dass, wenn man alle, jener Heimath entnommene Bruchstücke wieder an ihre erste Lagerstätte brächte, man einen Kontinent von 1400 Fuss Höhe rekonstruiren könnte. Solche Dinge entziehen sich jeder Berechnung.

Was in dieser Sache gewiss zu sein scheint, ist, dass man die Lehre von einer grossen, durch plötzliches Emporsteigen des Kjölengebirges veranlassten, und von jeder anderen, mit Ballast beladenen Meeresströmung (Drift) aufzugeben habe, um den Transport der erratischen Felstrümmer zu erklären.

1) Bei Ontika, an der Nordküste Estlands 200 Fuss. Bei Chudleigh 150 Fuss.

V.

Von den Schicksalen der Wanderblöcke in ihrer neuen Heimath.

Es ist in diesen Mittheilungen an mehreren Stellen bereits von den Veränderungen die Rede gewesen, welche die Wanderblöcke und Gerölle gegenwärtig in ihrer neuen Heimath erleiden. Sie sind, vielleicht mit geringen Ausnahmen, alle mechanischer Natur und bestehen hauptsächlich in Translokation, Zersprengung und Abnutzung durch Friktion, und sind dabei die atmosphärischen Wasser, die Wellen der Seen und Meere, die Flüsse, schwimmendes Eis, so wie das winterliche Gefrieren des Wassers in Spalten, in Thätigkeit.

Der grosse Denudationsprozess, den die atmosphärischen Wasser in der Gestalt von Regen, von schmelzendem Schnee und von Flüssen, an der Erdoberfläche ausführen, geht an keiner anderen Formation so schnell vor sich, als an der quaternairen. Der einfache Grund davon ist die grosse Zerstörbarkeit der, diese Formation zusammensetzenden, lockeren Gesteine und der Umstand, dass sie das oberste, also den atmosphärischen Wassern zugänglichste Glied des sedimentairen Theils der Erdrinde bildet.

Wer hätte nicht von den grossartigen, verwüstenden Abspülungen in dem lockeren Steppenboden des südlichen Russlands gehört, und wem wäre es nicht bekannt, dass an manchen Orten, wie z. B, in dem, der Bukejewschen Kirgisenhorde gehörenden, zwischen der Wolga und dem Uralflusse befindlichen Steppengebiete, das Schneewasser, an geeigneten Stellen, den Lehmboden allmählich durch Schlämmung in Sand und Thon zerlegt, von denen der erstere am Orte bleibt und von den Winden zu Wanderdünen aufgethürmt wird, während der Thon, im Wasser suspendirt, fortgeführt und in den Niederungen abgesetzt wird?

Aehnliches geshieht auch an dem Blocklehm und dem Blocksande des nördlichen Russlands, namentlich da, wo sie in der Gestalt von waldlosen Hügeln auftreten. Bei diesem Prozesse wird der Lehm und Sand allmählich weggeführt, die Wanderblöcke und Gerölle aber bleiben am Orte und rücken, der lockeren Hülle beraubt, immer dichter an einander und schützen die darunterliegende Diluvialmasse vor ferneren Angriffen.

Ich bin in der Thut geneigt anzunehmen, wie ich es oben bereits ausgesprochen habe, dass sehr viele Anhäufungen von Wanderblöcken, jedoch mit Ausnahme derjenigen, die unbezweifelt als alte Uferschwellen oder als wahre Moränen anerkannt worden sind, ihre gegenwärtige Gestalt zum Theil grossartigen Erosionen des diluvialen Bodens und der Denudation durch atmosphärische Wasser verdanken, und dass sie also nicht schon ursprünglich in dieser Gestalt gebildet wurden, wie es mit Uferwällen und Moränen der Fall ist.

Von der Wirkung der Flüsse auf die Diluvialmassen ist oben auch schon die

Rede gewesen. Wo sie dieselben an Steilufern unterwaschen, rieseln der Thon und Sand und mit ihnen die Wanderblöcke und Gerölle zum Ufer herab, wo die Eisschollen und Frühlingsfluthen sie gelegentlich ergreifen und niedrige Uferwälle, Geröllbänke und Querdämme bilden, über welche die durch sie veranlassten Stromschnellen dahineilen.

Es wurden solche Beispiele von der Msta (bei Rownoje), von der Düna, zwischen Welish und Witebsk, an der Neva, am Swir und an anderen Flüssen angeführt und bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam gemacht, wie durch die Thätigkeit der Flüsse Wanderblöcke, die einst von Diluvialkräften von Nord nach Süd getragen wurden, jetzt ihrer ursprünglichen Heimath wieder etwas näher gebracht werden. Zu solchen Flüssen gehört auch die Narova.

Herr Cramer, der Besitzer des am Narovafalle befindlichen Gutes Joala, das er seit mehr als 30 Jahren bewohnt, theilte mir folgende Beobachtungen mit:

In strengen Wintern bildet sich, von oben nach unten allmählich absteigend, eine, aus Millionen zusammengewachsener Eiszapfen bestehende Decke über dem Wasserfalle[1]). Dieser stürzt bekanntlich 18 Fuss hoch, über den abgebrochenen Rand überhängender, horizontaler Kalksteinschichten hinab. An vorspringenden Stellen, über welche eine geringere Wassermenge zu fallen pflegt, gefriert letzteres bis auf den Fels, und heftet sich das Eis fest an diesen an. Das Wasser sucht sich dann zu beiden Seiten einer solchen Stelle neue Wege und schäumt mit grünlicher Farbe unter der weissen Decke hervor.

Wenn nun das Eis auf diese Weise mehrere Stellen versperrt hat, staut sich das Wasser oberhalb derselben und gewinnt dadurch schliesslich die Kraft, die Eismassen fort und in die Tiefe zu reissen. Dabei lösen sich nun häufig die mit dem Eise verwachsenen Kalksteinplatten von dem Mutterfelsen los und stürzen an den Fuss des Wasserfalles, wo sie sich zu ganzen Wällen ansammeln, um noch in demselben oder in den folgenden Wintern, wieder von dem Eise gepackt und weiter flussabwärts getragen zu werden.

Dasselbe geschieht auch, wie Herr Cramer oft beobachtete, mit finnländischen Wanderblöcken, die oberhalb des Wasserfalles im Bette der Narova liegen. Das Eis schliesst sie fest ein, und wenn es sich im Frühling in Bewegung setzt, trägt es die Blöcke oft beträchtliche Strecken flussabwärts.

Auch eine andere, eigenthümliche Erscheinung schilderte mir derselbe Beobachter. Wenn im Winter, nach anhaltendem Froste Thauwetter eintritt, drängt der anschwellende, reissende Strom, oberhalb des Falles, oft viel Eisschollen an das Ufer, die dann zu beiden Seiten Wälle bilden. Da das Thauwetter gewöhnlich bei Südwind eintritt, und dieser aus dem Peipussee einen Wasserschwall in die nach Nord fliessende Narova treibt, so geschieht es, und namentlich wenn sich auch am oberen Rande des Falles viel Eis gebildet und angehäuft hat, dass das Wasser sich 5 bis 6 Fuss zwischen den Eiswällen anstaut, und in solchen Momenten höher steht als die benachbarten Wiesen und Felder.

1) Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, diese prachtvolle Eisdecke zu betrachten, die im vollen Sinne des Wortes einen gefrorenen Wasserfall darstellt.

Die hier angeführten Thatsachen zeigen, beiläufig gesagt, dass in unseren Landen das bekannte Rückschreiten der Wasserfälle nicht durch das Unterwaschen der Felswand und durch das Abbrechen ihres überhängenden Theils allein, sondern auch durch Abtragen von oben geschieht, und wenn dieses Abtragen durch die Gewalt des Wassers auch in eislosen Ländern geschieht, so wird der Prozess im eisreichen Norden doch viel kräftiger vor sich gehen.

Der Transport des kleinen Gerölles durch Flüsse geschieht auf vierfache Art.

a. Ist der Fluss schnellströmend und wasserreich, so wird man sehen, wie er die auf seinem Boden liegenden Gerölle, wenn auch nur sehr allmählich und jedes Mal nur auf ganz geringe Strecken, mit sich reisst.

b. Schwillt der Fluss bedeutend an, so geht er, auch ohne die Wirkung des Windes, nicht mehr mit glatter Oberfläche, sondern in niedrigen Wellen, und diese bringen an flachen, sandigen Ufern eine bekannte Erscheinung hervor, die ich an manchen unserer Ströme gesehen und an der Düna beschriebeu habe.

Als ich einst das Thal dieses Stromes bei Dünaburg und Pridruisk, bald nach dem Ablaufen der Frühlingsfluth, besuchte, bemerkte ich auf dem flachen, aus Triebsand bestehendem Ufersaume, eine eigenthümliche, wellige Oberfläche (*Fig. 47*). Die Wellen stehen in sehr gleichmässigem Abstande 10 bis 14 Fuss engl. von einander entfernt und springen in spitzen Zungen zum Flusse vor. Ihr scharfer Kamm ist geschlängelt, besteht aus Grus und fällt flussabwärts steil, flussaufwärts sehr allmählich ab. Die Welle selbst besteht aus feinem, gelbem Flugsande. Am Fusse jedes Kammes beginnt der flussaufwärts ansteigende flache Abhang der nächsten Welle, auf welchem dann der Wind die bekannten, kleinen Wellen erzeugt. Die Länge dieser grossen Wellen beträgt 42 bis 50 Fuss; sie sind alle schräg gegen die Uferlinie gestellt, so dass ihre ins Wasser vorspringende Spitze mehrere Fuss weiter stromabwärts liegt als die Basis.

Das nächste Hochwasser zerstört diese Wellen und trägt deren Sand und Grus weiter, um dieselbe Erscheinung zu wiederholen.

c. Wenn sich das Flusseis im Frühling in Bewegung setzt, trägt es oft die an seiner Unterfläche haftenden, der Ufergegend entnommenen Gerölle weit hinab.

d. Die treibenden Eisschollen drängen das Gerölle oft massenhaft an das Ufer und wühlen ältere Geröllelager auf. Werden die Gerölle auf diese Weise in steifen Lehm oder Thon hineingeknetet, so glätten die nachfolgenden Eisschollen ein solches, frisch entstandenes Conglomerat so vollkommen, dass man eine künstlich erzeugte Ufereinfassung zu sehen glaubt. Ein überraschendes Beispiel dieser Art sah ich im Sommer 1865, am rechten Ufer der Kossjwa, unweit der Gubachinskaia Pristan, im nördlichen Ural.

Da die, nach dem Flusse geneigte Oberfläche dieses Lagers vollkommen eben und geglättet war, und da es sich in der Nähe eines bewohnten Ortes befand, so war ich von dessen Erzeugung durch die Kunst so überzeugt, dass ich meine Begleiter nach dem Zwecke

dieser Ufereinfassung fragte. Zu meinem Erstaunen erfuhr ich, dass es die Arbeit des Treibeises war, und ich überzeugte mich bald, dass die sehr dicht an einander liegenden Gerölle nur in die Oberfläche des steifen, aber noch feuchten Thones eingeknetet, und nicht in das Innere des letzteren gedrungen waren.

In den Seen und Meeren sind es die temporären, durch Winde veranlassten Strömungen, und insonderheit das durch letztere fortgerissene Treibeis, und die an die Ufer schlagenden Wellen, welche noch heutzutage die Wanderblöcke und Gerölle, im buchstäblichen Sinne dieser Namen zu solchen machen.

Das Abbrechen der Steilküsten durch die unterwaschende, aushöhlende Wirkung der Brandung ist überhaupt keine sehr häufige Erscheinung und kann nur in grossen, mit starken Wellen gehenden Seen und in Meeren beobachtet werden. Es wurden oben Beispiele auch dieses Vorganges bereits angeführt, namentlich an der silurischen Steilküste Estlands, bei dem Gute Fall (Siehe *Fig. 42*), wo die durch die Brandung unterhöhlten Kalksteinlager, dem eigenen Gewichte nachgebend, sich von dem Mutterfels trennen und mit den auf ihrer Oberfläche liegenden Wanderblöcken auf den niederen Ufersaum hinabstürzen.

Ein anderes Beispiel ward dem Andomaberge am Südostufer des Onegasees entnommenen, wo auf dem Gipfelplateau des Berges auf lockeren, der Bergkalkformation angehörenden Sandsteinschichten, Blocklehm und Blocksand liegt. Die kräftigen Wellen des Onegasees benagen den Fuss dieser Höhe, an welchem devonische Thone mit Fischresten zu Tage kommen, alljährlich, und in Folge dessen gleiten bedeutende Massen jenes Sandsteins, zu lockerem, thonigem Sande aufgelöst, an der, unter Winkeln von 30 bis 45 Grad abfallenden Uferwand hinab, und ihnen folgen die Diluvialmassen mit ihren Wanderblöcken.

Uebrigens mag der schmelzende Schnee auch einen bedeutenden Antheil an diesen Zerstörungen haben.

Dasselbe Schicksal erleiden die, in den Diluviallagern anderer grosser Seen begrabenen Geschiebe und Gerölle. Wir wollen uns auf einige, dem Peipus und dem Seliger entnommene Beispiele beschränken.

Wenn der Peipussee auch viel kleiner und viel seichter als der Onega ist (Der Peipus hat an seinen tiefsten Stellen nur 40 bis 45 Fuss), so ist sein Wellengang, bei hohem Wasserstande — kräftig genug, um an den steilen, aus Blocklehm und Blocksand bestehenden Ufern, z. B. in der Gegend von Koddafer, Krasnaja Gora und Noss am Westufer, bei Sapolje Wetwennik und Dub am Ostufer, an den Inseln Pirisaar, Sallo, Talapsk, Rashitez — über den schmalen Ufersaum hin, den Steilabhang zu erreichen und zu benagen. Durch das Abrieseln des Diluviums werden Tausende von erratischen Blöcken wieder frei und rollen zu ihren Vorgängern auf den Ufersaum hinab, wo ich sie, breite Wälle bildend, gesehen habe. Man sollte glauben, wie am Ladoga oder Onega, in der Nähe anstehender Granite und Diorite zu sein.

Wie schnell diese Zerstörung bisweilen vor sich geht, mag die östliche der drei Ta-

lapsk-Inseln zeigen. Ihr gewölbter Gipfel ist 30 bis 80 Fuss über dem Spiegel des Peipus erhaben; das nördliche Ufer ist fast durchweg steil (bis 70 Grad), das südliche flache steigt aber nach dem Innern der Insel schnell an; bei dem Dorfe Talapsk selbst ist es jedoch hoch und sehr steil.

Talapsk sowohl, als ihre Nachbarinsel Talawenez und die, westlich von diesen liegende Insel Werchni, bestehen aus rothem Blocklehm, und der Ufersaum derselben aus Sand, Gerölle und Wanderblöcken.

Im Frühling des Jahres 1861 hatte ein wüthender Südsturm das Steilufer an dem, in der Nähe des Dorfes befindlichen Gottesacker, so gewaltig unterwaschen, dass grosse Massen zu Sturze kamen. Der Rand des Abhanges war in Folge dessen so nahe an den hölzernen Zaun und an ein Paar benachbarte Häuser gerückt, dass ihnen der Einsturz drohte und der Raum zwischen dem Rande des Abhanges und den Gebäuden war so schmal geworden dass man ihn nicht mehr betreten konnte [1]).

Aehnliche Ereignisse hat man am Peipus im stürmischen, regenreichen Sommer 1844, an mehreren Orten erlebt. Der See war um mehrere Fuss über seinen Frülingsstand gestiegen, und seine Wellen griffen die Steilufer mit ungewöhnlicher Heftigkeit an.

Bei Krasnaia Gora wurde das aus lockerem, devonischem Sandsteine bestehende Steilufer durch die Brandung so ausgehöhlt, dass 20 Fuss breite Massen sich lostrennten und herabstürzten; und bei Noss geschah dasselbe an dem steilen, aus Blocklehm bestehenden Ufer, auf welchem sich ein Theil des Dorfes sammt der Kirche und dem Gottesacker befindet. Hier wurde die Ruhe der Todten nicht nur bedroht, wie auf Talapsk, sondern wirklich gestört, da wiederholte Erdstürze, mit vielen Wanderblöcken, auch Särge blosgelegt hatten.

Dass die drei benachbarten, auf einer ostwestlichen Linie liegenden, hohen, aus Blocklehm bestehenden Inseln Talapsk, Talawenez und Werchni, ehemals ein ungetrenntes Ganzes gebildet, und dass dieses Ganze seiner Zeit mit dem, am Peipus verbreiteten Diluvio kontinuirlich zusammengehangen habe, dürfte eben so wenig zu bezweifeln sein wie dass die Inseln Odinsholm, Oesel, Dagö, Gothland und Oeland nichts weiter sind, als die losgetrennten Reste des silurischen Kontinents, der sich einst ohne Unterbrechung von der Westküste Estlands bis nach Schweden hinein erstreckte.

Es zeugen somit die Peipusinseln mit unzähligen anderen Oertlichkeiten, von einem grossen Denudations- und Erosions-Prozesse, der nach der Ablagerung des Diluviums stattgefunden hat und zum Theil noch heute stattfindet.

Als ich im Jahre 1824 und 1840 die Stadt Ostaschkow besuchte, theilte mir ein alter Einwohner derselben mit, dass das Wasser zwei benachbarte Inseln im Seligersee allmäh-

1) Siehe meine Abhandlung: «Der Peipussee und die obere Narova» (im 24. Bändchen der von K. E. von Baer und von G. v. Helmersen herausgegebenen «Beiträge z Kenntn. d. Russ. Reiches».

lich zerstört habe. Von der zuletzt zerstörten war nur noch ein, aus dem Wasser hervorragender, erratischer Block über dem Wasser geblieben, den ich 1824 gesehen habe. Jetzt (1868) theilt mir Herr v. Dittmar mit, dass dieser Block meist vom Wasser bedeckt ist. Er ist also seit jener Zeit noch tiefer herabgesunken.

Das Treibeis der Seen und Meere verrichtet seinen Dienst an den Wanderblöcken auf zweierlei Art, durch Tragen und Schieben. Hat das Eis bei seiner Bildung einen Block umfasst, so kann es denselben, wenn es im Frühling oder während eines Wintersturmes flott geworden, weit wegtragen und gelegentlich mit seiner Fracht stranden. Im Finnischen, im Bottnischen, weniger im Rigaschen Meerbusen, sollen diese Ereignisse sehr gewöhnlich sein, und für den letzteren besitzen wir eine Angabe von Wangenheim von Qualen (Bullet. de la soc. Imp. des natural. de Moscou, 1852, Heft 3, p. 241).

Jedoch berichtet Qualen nicht als Augenzeuge, und gehören, wie es scheint, die von zuverlässigen Personen, wirklich beobachteten Fälle dieser Art, zu den Seltenheiten. Gewöhnlich beruhen die Nachrichten von dem Transport der Wanderblöcke darauf, dass die Bewohner eines Strandes oder einer Insel nach vorhergegangenem Eistreiben, einen oder mehrere grosse Blöcke bemerken, die früher nicht am Ufer zu sehen gewesen waren.

Man ist in solchen Fällen allerdings zu der Annahme berechtigt, dass es neue, durch das Eis herangebrachte Ankömmlinge sind.

Herr von Qualen druckt am angeführten Orte einen Brief des Pfarrers S.... von St. Johannis, auf der zu der Provinz Livland gehörigen Insel Oesel ab, welchem wir Folgendes entnehmen:

«Im Jahre 1803, im Märzmonate sind bei einem furchtbaren Sturme unter anderen «zwei Granitblöcke von 5 bis 6 Fuss Höhe und 7 bis 8 Fuss Länge durch Eisschollen bis «15 Faden (90 Fuss) vom Strande ans Ufer geschoben»..... «Die Blöcke sind völlig abge«rundet, bis auf eine Seite, welche eine Ebene bildet..... Seit 26 Jahren meines hiesigen «Aufenthaltes habe ich zwei Mal selbst mit angesehen, wie bei ziemlich stillem Wetter das «Eis, durch Strömungen in Bewegung gesetzt, bedeutende Granitblöcke mit Leichtigkeit «vor sich hinschob. Einige Blöcke sind mit völlig scharfen Kanten, unter denen ich einen, «von fast schwärzlicher Farbe, selbst habe antreiben sehen».

An diese ältere Nachricht schliesst sich ein Ereigniss an, welches Graf A. Keyserling in dem Bulletin der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften, Tome VI. pag. 191, berichtet:

Herr von Staël von Holstein, der Besitzer des Gutes Uhla, an der Küste des Pernauschen Meerbusens, in Livland, hat in dem Zeitraum von 18 Jahren zwei Mal beobachtet, wie grosse Eisschollen vom Sturm nicht nur ans Ufer gedrängt, sondern beträchtliche Strecken in das Land hinauf getrieben wurden.

In dem strengen Winter von 1862 auf 1863 hatte sich im Pernauer Busen, vom Lande her bis weit ins Meer eine Eisdecke von 2 bis 2½ Fuss Dicke gebildet. In Folge an-

haltender Südwestwinde bei milder Witterung, stieg das Wasser an der Küste um etwa 4 Fuss, eine in jenem Busen nicht ungewöhnliche Erscheinung. Dadurch bildete sich zuerst über dem an der Küste haftenden Eise eine Wasserbedeckung; dann aber wurde die ganze Eisdecke, mit Ausnahme einiger, durch die Gestalt der Küste geschützter und besonders fest liegender Theile, von dem Wasser gehoben, und bildete ein frei schwimmendes Eisfeld von ungeheurer Ausdehnung.

In der Nacht vom 15. auf den 16. Januar a. St. 1863 trieb ein starker Sturm dieses Eisfeld gegen das Ufer und drängte es mit ausserordentlicher Gewalt über das Land hin. Bei früheren Fällen dieser Art betrug die Dicke des Eises höchstens $^1/_3$ Fuss; das Eis zerschellte und seine Schollen wurden an der Küste zusammengeworfen, ohne tief ins Land zu dringen.

Jetzt aber, bei der viel grösseren Dicke des Eises, gewann der Vorgang einen Umfang, wie er in Generationen nicht vorgekommen sein kann, da drei bäuerliche Wohnungen an dem, Tackerort genannten Vorsprung der Küste von dem Eise so plötzlich überfallen und niedergeworfen wurden, dass die Bewohner Habe und Vieh verloren und eben nur die Zeit hatten, ihr Leben zu retten.

An dieser Stelle drang das Eis 60 Fuss über die Meeresfläche hinauf. An einer anderen Stelle mit einem 12 Fuss hohen Ufer, stiess das Eis auf einen Tannenwald, zerbrach Stämme, von denen einige 13 Zoll Durchmesser hatten, warf sie nieder und bedeckte sie mit einer unzertrümmerten Eisscholle.

Auf flach liegenden Küsten-Heuschlägen des Gutes Uhla wurde das Eis, nach einer genauen Messung, bis 1023 Fuss landeinwärts geschoben und hat eine grosse Anzahl von Steinen auf den Heuschlag geschleppt. Ueberall sind gleichzeitig mit dem Eise Steine aus dem Meere gehoben und ins Land gedrängt.

Als Herr von Staël den Grafen Keyserling am 20. Februar desselben Jahres an diese Küste führte, fand Letzterer über dem oberen Rande eines gegen 30 Fuss hohen, am Meeresufer befindlichen Absturzes, 10 Fuss hoch aufgethürmte, grosse Trümmer der Eisdecke des Meeres. Sie waren ziemlich steil aufgerichtet, ruhten nicht mit ihren breiten Flächen auf dem Boden und waren bei dem Hinaufschieben augenscheinlich umgestürzt, denn an ihrer nach oben gekehrten Fläche hafteten Grus und Steine; sie waren also offenbar mit dem Boden in Berührung gewesen, während die untere Fläche reines Eis zeigte und ohne Zweifel der ursprünglich oberen Fläche der Eisdecke des Meeres angehörte.

Eben so lehrreich war eine andere Beobachtung, die Graf Keyserling hier machte. In einer kleinen, zwischen einem Landungsdamme und dem Ufer befindlichen Bucht, hatte die Eisdecke sich nicht mit der allgemeinen Decke gehoben, und war dieses Eisfeld von der übrigen Eisdecke durch eine Sattellinie, auf der sich eine Reihe von 40 bis 60 Fuss hohen Haufen aus über einander gepackten Eisblöcken[1]) gebildet hatte, getrennt. Innerhalb

1) Die Russen bezeichnen solche Eiswälle mit dem Namen «Toross».

eines solchen, einem benachbarten, aus Geröll und Blöcken gebildeten Holmes, zunächst liegenden Haufens, sah Graf Keyserling in 30 Fuss Höhe über der Eisdecke, einen etwa 60 Pud schweren Granitblock zwischen den Eisblöcken liegen, den das Eis offenbar im Seegrunde am Fusse des Holmes, durch untergekeilte Eisblöcke gefasst und ihn dann mit den eigenen Schollen zusammengepackt, in die Höhe gehoben hatte. Graf Keyserling knüpft an diese Erscheinung die Frage, bis zu welcher Tiefe die Steine des Meeresgrundes für die Wirkung des Eises erreichbar sind. An dem Holm hat das Meer bei niedrigem Wasserstande nur $3^1/_2$ Fuss Tiefe. Schwimmende Eisberge von der Höhe wie die vorliegenden, die sämmtlich auf dem Meeresgrunde fest sassen, müssten, so fährt er fort, zu Zweidrittheil ins Wasser sinken, und es ist einleuchtend, so schliesst er, wie ein solches Packeis Steine in recht bedeutenden Meerestiefen erfassen und an die Oberfläche bringen kann.

Die hier mitgetheilte Beobachtung erklärt die Bildung von steinigen Uferwällen so genügend und vollständig, dass man wohl nicht nöthig hat, wie es geschehen ist, noch andere Faktoren zu der Erklärung heranzuziehen.

Wir meinen hier insonderheit die von Herrn v. Qualen an angeführter Stelle ausgesprochene Meinung, es könne das Hervorholen unterseeischer, in der Nähe des Ufers auf dem Meeresboden liegender Gerölle und Blöcke, auch der Wirkung des Grundeises zugeschrieben werden.

Auch hat der gut beobachtende Prediger S.... zu St. Johannis auf Oesel, seine Zuflucht nicht zu dem Grundeise genommen, wenn er in seinem, oben angeführten Briefe an Herrn von Qualen, von einer gewaltigen Masse über einander gethürmter Granitblöcke erzählt, die sich etwa eine Werst weit vom Meeresufer auf der höchsten Stelle der, zum Pastorate gehörigen, etwa eine Loofstelle grossen, Weide befindet. «Dass diese gewaltige Anhäufung», fährt der Pastor fort, «in welcher sich Blöcke von 9 bis 10 Fuss befinden, nicht durch Menschenhände aufgehäuft worden, ist übrigens augenscheinlich, ich kann mir die Erscheinung gar nicht anders erklären, als dass dieser Fleck früher Seegrund gewesen sein müsse; auch habe ich bei stillem und klarem Wetter ähnliche Anhäufungen von Granitblöcken in einer Tiefe von $1^1/_2$ Faden in der See bemerkt, welche wahrscheinlich alle bestimmt sind, durch Eisschollen ans Ufer heraufgehoben zu werden».

Und Herr von Qualen berichtet selbst als Augenzeuge, wie er, als er im März 1850, nach einem ungewöhnlich strengen Winter, der den grössten Theil des Rigaschen Meerbusens mit Eis bedeckt hatte, nach seiner Besitzung Neubad gekommen war, daselbst einen 5 Fuss langen, 4 Fuss hohen und fast eben so breiten Granitblock und 14 Rollsteine von 2 bis 4 Fuss Durchmesser erblickte, die im vorhergehenden Jahre noch nicht an dieser Stelle gelegen hatten. Die Steine lagen damals 20 bis 30 Fuss landeinwärts vom Ufer auf der Sanddüne, in einer Höhe von 7 bis 8 Fuss über dem Meeresspiegel.

Beim Befragen der hier lebenden Fischer und Strandbauern, erhielt Herr von Qualen die Antwort, es sei eine ganz gewöhnliche Erscheinung, Eisschollen an den Küsten trei-

ben zu sehen, aus welchen grosse Rollsteine hervorragen, und einer dieser Leute gab an, er habe einst eine solche Eisscholle mit zwei in derselben haftenden Rollsteinen am Strande liegen sehen. Auch sagten sie, die Erscheinung sei in strengen Wintern sehr häufig.

Da nun strenge Winter in unserem Klima gerade keine Seltenheit, die Anzahl der beobachteten Ereignisse dieser Art aber eine sehr geringe ist, so kann der Grund dieses Mangels nur darin liegen, dass gebildete Beobachter in der unwirthbaren Jahreszeit des Eistreibens viel seltener am kalten und stürmischen Meeresufer wandern, als im Sommer, wo die Eisfelder der See ihre gewaltige Arbeit schon längst beendigt und ihre Existenz beschlossen haben.

Wir kommen bei dieser Gelegenheit nochmals auf den Hochländischen Granitblock zurück, von dessen Transport Herr v. Baer eine Nachricht gegeben hat (Bulletin scientifique, Tome V. N. 9, 10). Wir legen auf dieses, wie auf das Ereigniss bei Uhla besonderes Gewicht, weil hervorragende Autoritäten über sie berichtet haben.

Nach dem Frühlingseisgange des Jahres 1838, in dessen strengem Winter der Finnische Meerbusen zwei Monate lang in seiner ganzen Breite gefroren gewesen war, bemerkten die Bewohner der Insel Hochland, in einer unbewohnten Bucht der Ostküste, in einiger Entfernung von dem Dorfe Pöchjaküllа [1]) einen grossen Granitblock, von dem sie einstimmig behaupteten, er sei ein neuer, und das Eis habe ihn aus Finnland herübergetragen.

Der Block ist scharfkantig, nach Herrn von Baer's Schätzung ungefähr zwei Klafter lang und über einen Klafter hoch; er hatte den Strand nicht erreicht, sondern lag von ihm etwas entfernt im Wasser, so dass zu seinem Anlanden gar keine gewaltige Bewegung des Wassers erforderlich war, sondern es mehr das Ansehen hatte, als ob ein bedeutendes Eisfeld hier von zwei Vorgebirgen zurückgehalten worden sei, was bei ganz ruhigem Wetter geschehen konnte.

Ein hoher Seegang, bemerkt Herr v. Baer weiter, würde wahrscheinlich die Eisfläche zertrümmert und den Block vielleicht in das Meer versenkt haben. Den Hochländern war nicht sowohl die Ankunft als die Grösse des Fremdlings merkwürdig, und sie theilten Hrn. v. Baer mit, dass kleinere Blöcke am Ufer jährlich kommen und gehen.

Schliesslich haben wir noch zu bemerken, dass Herr v. Baer ausdrücklich erwähnt, er wisse nicht, ob Jemand auch das Eis noch gesehen hat, das den Felsblock trug, was vielleicht nicht geschehen ist, da die Bucht, in welcher der Block strandete, unbewohnt ist.

Der vorliegende Fall ist besonders bemerkenswerth, weil er der einzige bekannte zu sein scheint, wo in den nordischen Meeren Russlands ein erratischer Block eine so ansehnliche Seefahrt gemacht hat.

In Landseen nehmen die hier geschilderten Erscheinungen nie so gewaltige Dimensionen an, weil die Eisfelder hier kleiner sind und nicht so nachhaltig an die Ufer gedrängt werden wie im offenen Meere. Mir sind nur wenige Beispiele bekannt.

---

1) Es ist das nördlichere der beiden an der Ostküste befindlichen Dörfer.

Dr. Schultz (Bertram), dessen schon oben erwähnt ward, theilte mir mit, dass vor nunmehr 50 Jahren, bei dem Gesinde Tiriko, am Westufer des Peipussees, ein Block von 1½ Klafter Höhe von Eisfeldern aus Ufer geschoben worden war. Nach einem heftigen Oststurme lag er plötzlich da, von Eisschollen umgeben.

Im Jahre 1862 sah ich, ebenfalls am Westufer des Peipus, bei dem Dorfe Koljki, einen 10 Fuss langen Granitblock, den das Eis in dem Frühling desselben Jahres auf die flache Uferdüne geschoben hatte. Er lag etwa 20 Fuss vom Wasser und einige wenige Fuss über dem Niveau desselben.

Bildung von Geröllbänken und Uferwällen durch die Wellen und durch im Meere schwimmendes Eis. Die Beispiele dieser Art, namentlich die schnelle Bildung solcher Bänke und Untiefen scheinen im Ganzen sehr selten zu sein, und zu den am besten beobachteten gehört folgender, über den ich vor Jahren in einer, im Bulletin der St. Petersburger Akademie (Mélanges physiques et chimiques, T. II) gedruckten Abhandlung berichtet habe.

Der Marineoffizier Kosakewitsch (jetzt Admiral und Gouverneur in Nikolajewsk am Amur) war in den Jahren 1848 und 1849, bei der, von Wilhelm von Wrangell und Reineke geleiteten Küstenaufnahme des Finnischen Meerbusens beschäftigt.

Er hatte 1848 die kleine, 38 Werst WSW. von Baltischport gelegene Insel Odinsholm besucht, deren Untergrund aus silurischen Kalksteinschichten besteht.

Als er im Sommer 1849 seinen Besuch wiederholte, um bei der Insel Tiefenmessungen anzustellen, erblickte er mit Befremden am Ufer mehrere grosse Geschiebe, die auf der, im vorangegangenen Jahre angefertigten Karte, nicht angegeben waren. Auch bemerkte er sogleich, dass das Ufer der Insel da, wo das Meer Gerölle auswirft, seine Umrisse verändert hatte.

Er beging daher die ganze Insel, um die Karte zu revidiren. Die Veränderungen der Ufergestalt erschienen unbedeutend, und Kasakewitsch schrieb sie anfangs dem Umstande zu, dass das Wasser damals niedrigen Stand hatte.

Als er aber an die kleine, aus Geröllen bestehende Insel kam, die am Südufer von Odinsholm liegt, fand er ihre Gestalt und Ausdehnung so verändert, dass er die Ursache dieser Vorgänge in anderen Dingen, als im niedrigen Wasserstande suchen musste.

Nach allen Richtungen hin war das Ufer der kleinen Insel um 50 Sashen (350 Fuss) gewachsen und der ganze, neue Ufersaum bestand aus kleinen Kalksteintafeln, die von Treibeis und Wellen zu Uferschwellen oder Kämmen von 3½ Fuss Höhe aufgeworfen waren.

Diese Geröllkämme, bemerkt Kosakewitsch weiter, gleichen vollkommen denen, welche man mitten auf der Insel Odinsholm antrifft.

Eine kleine Bucht an dem Nordufer des Inselchens, die 1848 mit dem Meere kommunicirte, fand er 1849 durch eine Geröllbank vollständig von demselben abgeschnitten und in eine sumpfige Lache verwandelt. Augenscheinlich sind alle ähnlichen Lachen, und der jetzt schon mit süssem Wasser gefüllte See auf Odinsholm, auf dieselbe Weise entstanden.

Da die neugebildeten Geröllbänke sich nur $3^1/_2$ Fuss über den Meeresspiegel erheben, so meint Kosakewitsch hoher Wellengang und vorübertreibendes Eis könne sie wieder zerstören und dem Meere wiedergeben, und darauf könnten wiederum neue Uferwälle entstehen, ein Spiel, das man alljährlich auf einem kleinen, ähnlich gebildeten Inselchen beobachten kann, das südlich von Kokschär, nordwestlich von Reval, liegt.

Von den Veränderungen der Wanderblöcke durch Verwitterung, durch Temperaturwechsel und Wintersprengung.

Es ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung, namentlich an abgerundeten Granitblöcken, dass deren Feldspath an der Oberfläche eine chemische Veränderung erfahren, namentlich eine Umwandlung in Kaolin begonnen hat. Ich muss aber ausdrücklich bemerken, dass ich sie nie an freiliegenden, grossen, scharfkantigen Geschieben, sondern in der Regel nur an Rollblöcken beobachtet habe, die man aus der Erde geholt hatte.

An Dioritblöcken, und noch häufiger an Hornblendefels, sieht man häufig einen ochergelben Ueberzug, eine Wirkung des atmosphärischen Wassers, die das Eisenoxydul der Hornblende in Eisenoxydhydrat verwandelt.

An Blöcken schiefriger Gesteine, z. B. Glimmerschiefer, die von Quarzadern durchschnitten sind, treten diese oft hoch aus dem Blocke heraus zum Beweise, dass seine weichere Schiefersubstanz durch die zerstörende Wirkung der Atmosphärilien zum Theil geschwunden ist.

Dass Rappakiwiblöcke, so gut wie der anstehende Rappakiwi, in der bekannten Weise verrotten, ist selbstverständlich. Man kann diese Blöcke sehr häufig in diesem Zustande sehen. Aber ich kann mich nicht erinnern, denselben an grossen, scharfkantigen Rappakiwiblöcken bemerkt zu haben.

Man hat über die Ursachen des Zerfallens des Rappakiwi die verschiedensten Ansichten aufgestellt. Die Einen behaupten, sie liege in der Verwitterung, chemischen Zersetzung des in diesem Gesteine vorkommenden Oligoklases und Glimmers. Andere glauben sie darin zu finden (Struve: Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. d. St.-Pétersbourg. Tome VI, № 4), dass der jüngere oder Ganggranit Finnlands, dem sie vorzugsweise die Anlage zum Verrotten zuschreiben, in feurigflüssigem Zustande in den Spalten des älteren Granits aufsteigend, sich an den Wänden der letzteren schnell abkühlte und dadurch zum Bersten und Zerfallen in seine Bestandtheile disponirt wurde. Struve nennt diese Lehre die Abkühlungstheorie, im Gegensatze zur chemischen und physikalischen Verrottungstheorie.

Diese letztere, die mir selbst die meiste Wahrscheinlichkeit zu haben scheint, erklärt das Verrotten des Rappakiwi durch die abwechselnde, ungleichmässige Ausdehnung und Zusammenziehung der grossen, in dem Gesteine enthaltenen Orthoklaskrystalle bei bedeutenden Temperaturänderungen. Dass es nicht durch die Verwitterung des Oligoklas veran-

1) Eichwald und Pusyrewsky.

wird, geht schon aus dem Umstande hervor, dass Rappakiwi, der gar keinen Oligoklas enthält, ebenso zerfällt, und umgekehrt, dass Rappakiwi, dessen Oligoklas an der Oberfläche des Gesteins ganz aufgezehrt war, dennoch seinen Zusammenhang nicht verloren hatte. Beide Beispiele kann man in der Gegend von Wiborg beobachten [1]).

In der Geschiebeschicht bei Borowitschi sah ich einen Block von Granitgneiss, aus schwarzem Glimmer, weissem Orthoklas, grauem Quarz, dessen Kern noch fest war, dessen ganz lockere, nach der Art des Rappakiwi zerfallene, äussere Hülle sich aber in konzentrischen Schalen mit Leichtigkeit ablösen liess. Und dieser feste Kern setzte so scharf an der aufgelockerten Hülle ab, dass kein Uebergang des einen Zustandes in den anderen zu sehen war. Kern und Hülle werden von einem und demselben Quarzgange durchsetzt. Es hatte also dieser Gneissblock groben Kornes, obgleich er mit seiner grösseren Hälfte noch im schützenden Diluviallager steckte, dennoch eine ganz ähnliche Veränderung erfahren, wie der frei liegende Rappakiwi Finnlands. Dass er noch fest war, als er an seinen jetzigen Ruheort gelangte, ist unleugbar, da er ja im entgegengesetzten Falle seine verrottete Hülle während des Transports würde abgestreift haben. Die Verrottung ist also nach dem Transporte eingetreten, als der Block bereits in einer Tiefe von 15 bis 20 Fuss unter der Oberfläche des Schuttbodens, in einer, den Wassern zugänglichen Geröllschicht lag. Hier konnte der Temperaturwechsel nur ein sehr geringer, und daher nicht genügend sein, um das Verrotten des Gneisses zu bewirken. Nur wenn man annimmt, dass dieser Block schon lange Zeit an dem Profile entblösst war, konnte er durch Wintersprengung so zerstört werden. Seine Bestandtheile, Quarz, Feldspath und Glimmer trugen kein Zeichen der Veränderung an sich.

Der Gebrauch, den der Mensch von den Wanderblöcken macht, ist in unseren Landen ein sehr ausgedehnter. Im ganzen nördlichen Russland bedient man sich ihrer zum Pflastern der Strassen, zum Bau der Chausseen, zum Bau von Fundamenten, zum Anfertigen von Mühlsteinen, Grabmonumenten.

In den Provinzen Est- und Livland, so auch in Ingermannland, kann man grosse, einstöckige Wohngebäude, namentlich Krüge, Riegen, Ställe, auch Zäune sehen, die aus finnländischen Wanderblöcken gebaut sind.

Bei dem Bau der Nicolaibrücke in St. Petersburg wurden Hunderttausende abgerundeter Blöcke dicht an den Granitpfeilern in die Neva versenkt, um die Pfeiler an ihrem Fusse durch eine solche Böschung vor dem Unterwaschen zu schützen, das als Folge der vergrösserten Geschwindigkeit des durch die Pfeiler eingeengten Stromes, eingetreten war.

An den Chausseen sind die Wanderblöcke bereits so vollständig vertilgt, dass man an ihnen weit und breit keine mehr sieht. Das erinnert uns an einen originellen, ernstlich gemeinten Ausspruch Leopold's von Buch, der bekanntlich immer zu Fusse reiste, weil er

1) Siehe einen Aufsatz über die Alexandersäule im Bulletin der Akademie und in den Mélanges physiques. Tome V.

das Fahren gründlich verachtete: «Wenn diese Barbarei zum Bau der Chausseen, erratischer Blöcke zu gebrauchen, noch lange geduldet wird, so wird diese schöne Erscheinung wohl schliesslich ganz verschwinden!»

V.

Von den Åsar.

Der Åsar ist oben mehrfach erwähnt worden, als von dem verschiedenen Vorkommen und der Gruppirung der Wanderblöcke die Rede war. Jetzt wollen wir sie näher betrachten und diese Erscheinung, wie sie in unseren Landen vorkommt, zu schildern versuchen, nachdem wir zum Vergleiche vorher die skandinavischen Åsar besprochen.

In keinem Lande sind die Åsar so sorgfältig studirt worden, als in Schweden und Norwegen. Vor mehr als 30 Jahren gab Seefström folgende Charakteristik von ihnen (Poggendorff's Annalen 1836, N. 8, pag. 614): Åsar[1]) sind lang gedehnte Höhen in Schweden und Finnland, welche Anhäufungen abgerundeter Steine verschiedener Grösse bilden. Sie wurden am Südabhange ostwestlich streichender Urgebirgsketten, wahrscheinlich von einer von Nord kommenden, starken Fluth abgesetzt. Reinigt man an solchen Stellen das Urgebirge von Erde und Schutt, so findet man in derselben, d. h. in nordsüdlicher Richtung, auf der Oberfläche der Felsen verlaufende, parallele, tiefe Furchen, die von Abnutzung des letzteren herzurühren scheinen.

In seinem Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie, 16. Jahrgang, II. Heft, resümirt Berzelius die Beobachtungen Seefström's und sagt, sie scheinen zu dem Schlusse zu führen, dass eine allgemeine Fluth, welche Massen von Grus, Geröllen, Sand und Steinen mit sich führte, von Nord nach Süd über Skandinavien hinwegging. Sie zertrümmerte eine Menge lockerer Felsarten von älteren und jüngeren Formationen. So z. B. wissen wir, sagt Berzelius, dass von der Uebergangsformation[2]) in Westgothland, grosse Strecken weggerissen worden sind, von welchen nur einige, durch harte Dioritdecken vor Zerstörung geschützte Reste sich erhalten haben. Berzelius meint die bekannten, sogenannten Trappberge, Hunneberg, Halleberg, Kinnekulle u. s. w.

Auch auf diesen Kuppen hatte Seefström das Friktionsphänomen bemerkt.

Die angebliche Fluth musste eine absolute Höhe von mindestens 1500 Fuss erreicht haben; über diese Höhe hinaus sollen in Skandinavien keine Schrammen angetroffen werden.

---

1) Åsar ist der Plural von dem Singular Ås.

2) Es sind untersilurische Schichten. H.

Die Zeit dieser Fluth, so schliesst Berzelius, scheint mit der des Diluviums zusammenzufallen oder möglicherweise jünger als diese zu sein; aber sie ist älter als die Verbreitung der Geschiebe, d. h. der Wanderblöcke, denn diese liegen, wenn sie bei Åsar vorkommen, immer auf denselben.

Diese von Seefström und Berzelius ausgesprochene Anschauung von einer grossen nordischen Fluth, welche das Diluvium und die Wanderblöcke verbreitet haben sollte, erhielt sich lange Zeit in der Geologie und hat sogar auch jetzt noch ihre Anhänger, obgleich die Schweizer Geologen schon vor vielen Jahren den unumstösslichen Beweis lieferten, dass die Moränen und die Wanderblöcke der gegenwärtig gletscherfreien Theile ihres Landes, durch riesenhafte Gletscher einer vorgeschichtlichen Zeit, an ihren Platz getragen worden sind, und dass eben diese Gletscher einer langen Eisperiode, auch die Felsen jener Landestheile geschliffen und mit Friktionsfurchen bedeckt haben, und obgleich Agassiz, nachdem er die Gletscher seines Vaterlandes studirt hatte, die skandinavischen Åsar, die er aus der Beschreibung kannte, geneigt war, für Moränen vorgeschichtlicher Gletscher zu halten, da sie in der That sehr oft auf geschliffenen und geschrammten Felsunterlagen liegen, und eben so oft von grossen, scharfkantigen Wanderblöcken gekrönt sind, und da es in Skandinavien, namentlich in Norwegen, so gut wie in der Schweiz, wirkliche, von Gletschern der Vorzeit erzeugte Moränen giebt, die Aehnlichkeit von Åsar haben. Meines Wissens war der französische Geolog Martins, Mitglied der unter Gaymard's Leitung nach Spitzbergen und Skandinavien entsendeten französischen Expedition, an der sich auch der Geolog Robert betheiligte, der erste, der es aussprach, es müsse unser Norden einst eine kontinuirliche, kontinentale Eisbedeckung gehabt haben, welcher man die Friktionsphänomene und den Transport des Gebirgsschuttes zuschreiben könne. Seine Ansicht wurde vielfach angestritten, unter anderen auch von Durocher, der Skandinavien nach ihm besuchte[1]). In Skandinavien hat Martins gewiss viel zu der Entwickelung dieses Studiums beigetragen.

Beide Erscheinungen, Moränen und Åsar, sind oft zusammengeworfen worden, während sie, meiner Ansicht nach, ganz verschiedener Entstehung sind. Und dass wirkliche Moränen sich durch ihren inneren Bau von den Åsar unterscheiden, unterliegt wohl keinem Zweifel; ihre mineralogische Zusammensetzung kann aber ganz identisch sein, wenn sie ihr Material von ein und denselben Gebirgsmassen erhielten.

Die in Schweden vorkommenden Diluvialmassen und Åsar, und diese wollen wir zunächst zum Vergleich mit den unsrigen herbeiziehen, sind am umständlichsten von Herrn von Post (Abhandlungen der Stockholmer Akademie 1854, und Bulletin der Stockholmer Akademie 1862) und neuerdings sehr ausführlich und vollständig beschrieben worden von

---

1) Siehe Charles Fréderic Martins: Réponses aux objections de M. Durocher contre l'ancienne extension des glaciers de la Scandinavie (Bulletin d. l. soc. géolog. de France, Série II. Tome III et IV. 1845 et 1846) und Voyage en Scandinavie et au Spitzberg de la corvette La Recherche.

Erdmann (Exposé des formations quaternaires de la Suède, Stockholm, 1868). Wir müssen hier auch Kjerulfs vortrefflicher Arbeit über die Glacialformation und die Friktionsphänomene in der Gegend von Christiania erwähnen: Jagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation i en del af det sudlige Norge; mit einem Anhange von Sars. 1860.

Die Åsar Schwedens, sagt Erdmann (c. l. pag. 36) sind breite, mit markirten Rücken versehene Hügel sehr verschiedener Höhe, die aus abgerundetem Grus und Geröllen, oder aus Sand bestehen und eine sehr beträchtliche Längenausdehnung haben. Sie erstrecken sich, einander mehr oder weniger parallel, und fast ohne Unterbrechung verlaufend, oft mehrere Zehente von Myriametern weit, aus einer Provinz in die andere.

Je nach ihrem Bestande theilt man sie in Rollsteinåsar und Sandåsar, in Hauptåsar und Neben- oder Zweigåsar ein. Die Hauptåsar sind viele Meilen lang, unter einander parallel und verbinden sich nicht mit einander. Die Zweigåsar zweigen sich von den Hauptåsar ab und senden selbst auch noch Nebenarme aus.

Die Åsar sind immer geschichtet, oft sehr fein. Die Rollsteine in ihnen sind durch kein Cement mit einander verbunden, wie das stets in dem scharfkantigen Glacialgrus (Richk, siehe oben) der Fall ist, aber bisweilen treten in ihnen Thonschichten und Lager zertrümmerter Meeresmuscheln auf (gravier coquillier).

Man bemerkt in ihnen sehr oft diagonale Schichtung (Anschwemmungsstreifen).

Das Material zu ihrer Bildung, fährt Erdmann fort, gab der Moränenschutt der Urgletscher in der Glacialperiode her.

Die Gletscherbewegung vollführte eine erste Friktion an dem Schutte, dann bemächtigte sich seiner das Meer, (bei dem allmählichen Versinken des Landes) rollte die Steine ab, sortirte das Schuttmaterial in Thon, Sand, Steine, und setzte es auf's Neue, aber nun schon in mehr oder weniger regelmässigen Lagen verschiedener Beschaffenheit ab.

Daher findet man oft in den Åsar hier nur Rollsteine, da nur Grus und Sand und in anderen einen Wechsel dieser und jener.

Erdmann widerspricht der Ansicht Post's und Lovén's, als bestehe der Kern der Åsar immer aus Rollsteinen.

Im Kerne der Åsar bemerkt man nie Sand und Thon; diese bilden die äussere Bedeckung oder Bekleidung derselben.

Die Rollsteine haben sich an dem Orte, wo man sie findet, durch die Wirkung der Wellen auf den Moränenschutt, gebildet.

Der Verlauf der Åsar ist unabhängig von dem Relief der Lokalität.

Die Åsar haben sich am Meeresufer gebildet; es sind wahre Uferwälle und keine Moränen, was schon vor langer Zeit Martins und nach ihm auch R. Chambres behauptet hat.

Die Richtung der Åsar hing von der Richtung des Ufers ab, an dem sie sich bildeten, und scheint nichts gemein zu haben mit der Richtung der Schrammen.

Westlich von der Wasserscheide, die zwischen Wener- und Wettersee liegt, streichen

die Åsar von NNO. nach SSW; östlich von ihr NNW. nach SSO., und auf der Wasserscheide selbst von N. nach S.

Die Hauptåsar sind bis in Höhen von 1000 bis 1400 Fuss über dem Meere angetroffen worden. Ihre relative Höhe beträgt 50 bis 100, sogar 150 bis 180 Fuss; oft aber nur 20 bis 30. Sie sind in ihrer Höhe, Dimension und Richtung konstanter als die Zweigåsar. In den Ebenen sind sie am regelmässigsten und einförmigsten entwickelt.

Die Abhänge der Åsar haben einen Böschungswinkel vom 15 bis 20, auch bis 25 und 30 Grad. Erdmann glaubt, dass die verschiedene Grösse des Böschungswinkels an einem und demselben Ås abhängig war von der verschiedenen Grösse der sie bildenden Kraft (also des Wellenganges und Eises?)

Die Åsar ruhen entweder auf Glaciallagern, oder auf anstehendem Fels.

Noch nie hat man Åsar auf Thon liegen gesehen. Oft besteht die oberste Lage eines Ås nur aus kleinen und grossen Rollsteinen, die bunt und ohne Sonderung durch einander liegen. In solchen Fällen kann man annehmen, dass die Rollsteine anfangs mit Thon und Sand gemengt waren, und dass die Meereswellen letztere wegführten. (Erdmann nimmt also auch diese Art von Aufbereitung der Åsar an).

Bei dem Sinken des Landes, an dessen Ufern sich die Åsar aus Gletscherschutt bildeten, wurden die Rollsteinåsar von Sand und Thon bedeckt. Es liegen bisweilen Krossstene (scharfkantige Blöcke) in dieser äusseren Umhüllung der Åsar. Erdmann glaubt, dass sie durch schwimmende Eisschollen herangetragen sind.

Tausende von diesen Blöcken sind in dem Glacialthon eingebettet, oder liegen auf der Oberfläche der postpliocenen Thonlager, nicht zu gedenken der Blockhaufen, welche auf lange Strecken hin den Gipfel und die Flanken eines Ås bedecken. Man findet auch erratische Blöcke in dem Innern der Åsar, sogar in dem geschichteten Rollsteine, Grus und Sand. Die grössten pflegen höher zu liegen und schärfere Kanten zu haben, als die tiefer liegenden, die 4 bis 6 Kubikfuss gross und an den Kanten abgestumpft sind.

Erdmann glaubt, dass alle Åsar im Meere oder in grossen Binnenwassern entstanden sind. Einstürze in den Åsar (Åsgropor) sind zirkelrund oder elliptisch, haben oft mehrere Hundert Fuss im Durchmesser und eine Tiefe von 10 bis 30 Fuss. Sie befinden sich entweder auf dem Scheitel des Ås, oder auf dem oberen Theile der Abhänge. Der Boden derselben ist von dem nämlichen Thone bedeckt, der sich in den benachbarten Ebenen verbreitet, und enthält sowohl hier als in den Einstürzen nicht selten zertrümmerte Schalen von Meeresmuscheln, was für maritimen Ursprung der Åsar spricht.

Der den Boden der Einstürze bedeckende Thon ist aus der Glacial- oder postpliocenen Zeit.

So weit Erdmann's Bemerkungen über die Åsar Schwedens.

Gehen wir nun zu den Åsar Finnlands und des Europäischen Russlands über, so weit sie mir durch eigene Beobachtung bekannt geworden sind.

Wir theilen sie, ihrem Bestande nach, in Sandåsar, Steinåsar und gemischte Åsar

ein, und wollen auch hier mit dem Norden beginnen, und dann weiter nach Süden gehen, um zu sehen, ob und wie sich diese Massen, nach Maassgabe der Entfernung von der ursprünglichen Lagerstätte der Blöcke und Gerölle, verändern.

Åsar im Olonezer Gebiet und in Finnland.

Die Stadt Lovisa, am Südufer Finnlands, liegt an der Nord- und Westseite einer malerischen Meeresbucht, an deren Ostseite Granit ansteht. Das westliche Ufer der Bucht wird von einem kolossalen Ås dominirt, auf dessen Rücken mehrere Windmühlen erbaut sind (*Fig. 35*).

Seine Hauptmasse besteht aus geschichtetem Grus und aus kleinen, rund abgeschliffenen Geröllen der verschiedensten Gesteine, und aus kleinen scharfkantigen Bruchstücken von Rappakiwi, die offenbar von zerfallenen Wanderblöcken herrühren.

In den unteren Theilen des Ås bemerkt man im Grus auch grössere, an den Kanten abgerundete Blöcke, auf dem Rücken aber und auf dem oberen Theile der nach Ost und West gerichteten Abhänge, bei nordsüdlichem Streichen des Ås (hora 11), liegt ein Haufwerk von Wanderblöcken, die, mit wenigen Ausnahmen, abgerundete Kanten haben. Sie gehören zu allermeist verschiedenen Graniten, vorzugsweise aber dem Rappakiwi und dem Gneiss an, ihr Durchmesser erreicht bei den grössten Individuen 6 bis 7 Fuss.

Dieser Ås hat eine Länge von einigen Werst, ich habe ihn auf seinem Scheitel in der Richtung von Süd nach Nord, in der Nähe der Stadt gezeichnet. Hinter der ersten Windmühle sieht man seine nördliche Fortsetzung. Seine absolute Höhe schätze ich gegen 100 oder 120 Fuss englisch.

Wie erklärt man sich nun die Entstehung eines solchen Walles?

Dass er auf dem, in seiner Nachbarschaft entblössten Granit ruhe, kann nicht bezweifelt werden; eben so wenig, dass er ein, aus verschiedenen Gegenden Finnlands zusammengewürfeltes Haufwerk von Felstrümmern ist, die durch Friktion, an ihren Kanten oder auch ganz, mit völliger Vernichtung der letzteren, abgerundet wurden.

Ist es eine Moräne? Ich bezweifle es.

a) Weil hier die Bedingungen zur Bildung eines isolirten Gletschers gefehlt haben. Der Ås von Lovisa, wie Tausend andere, liegt nicht in einem Thale, sondern in einem freien, hügeligen Lande.

b) Weil Moränenschutt in der Regel scharfkantig und nicht abgerollt ist, wie Flusskiesel oder wie das Gerölle der Uferwälle.

c) Weil die Hauptmasse des Ås ziemlich deutlich geschichtet ist, was bei dem Moränenschutt auch nicht der Fall ist.

d) Weil die Steigung des Bodens in der Richtung von Süd nach Nord viel zu gering ist, um annehmen zu können, dass sie zu einem nordsüdlichen Vorrücken eines Gletschers genügt habe.

Man wird vielleicht sagen, und ich habe mir diese Frage selbst gestellt, dass hier von keinen einzelnen Gletschern die Rede sein könne, sondern nur von einer allgemeinen Vergletscherung unseres Nordens, die ihr Centrum vielleicht in der Gegend des Kjölengebirges und ihre Ränder weit hinaus nach allen vier Weltgegenden hatte [1]). Und man wird hinzufügen, dass diese Ränder wahrscheinlich nicht gerade verliefen, sondern gefranzt waren, und da konnten allerdings solche, mit Schutt beladene, von Nord nach Süd gerichtete Franzen bei ihrem Schmelzen Moränen hinterlassen, und wenn diese, wie die Skandinavischen Geologen annehmen, später mit dem sie tragenden Felsboden ins Meer sanken, so mussten sie allerdings nicht nur beim allmählichen Sinken, sondern hernach auch wieder bei dem eben so langen Emportauchen aus der Wasserbedeckung, viele Zeit hindurch der Wirkung der Brandung und der Meeresströmungen ausgesetzt bleiben, und diese Wirkung wird an den oberen Theilen der Moräne stärker gewesen sein, als an den unteren und inneren, vor ihr geschützten Theilen.

Ist etwa der Lovisaer Ås ein Uferwall?

Auch das ist ganz unwahrscheinlich, denn Uferwälle werden vom Meere oder von grossen Binnenwassern vermöge des Wogenganges oder vermöge herandrängender Eisfelder gebildet, wie wir oben solche Beispiele angeführt haben.

Aber die heftigste Brandung am offenen Ocean wirft nie Steinblöcke von grossem Gewichte hundert Fuss hoch auf den Scheitel des Walles, und herandrängendes Eis vermag nicht in den Uferschwellen, die es bildet, eine Schichtung zu erzeugen; diese beweist immer einen Absatz aus ruhigen oder nur wenig aufgeregten Wassern.

Im Wasser aber können nur fein zertheilte Mineraltheile, wie Thon und feiner Sand, suspendirt sein, und keine Gerölle und Blöcke.

Denken wir uns grosse, von dem Rande der nordischen Eiskalotte abgebrochene, reich mit Gebirgschutt beladene Eisfelder im Meere schwimmend und, weil sie endlich schmelzen, ihre Fracht ins Wasser versenkend, so wird sich der Schutt mehr oder weniger gleichmässig auf dem Boden vertheilen.

Es ist einleuchtend, dass auf diese Weise nur eine, oder eine ganze Reihe auf einander liegender, aus Felstrümmern, Sand und Thon bestehender Schichten, aber ein unterseeischer Ås nur in dem Falle entstehen konnte, wenn der Meeresboden an dieser Stelle die Gestalt eines langen, flachen Rückens hatte.

Wenn dieser mit dem Meeresboden und dem benachbarten Lande allmählich in die Höhe stieg, so mussten die beschütteten Eisfelder vorzugsweise an dieser seichteren Stelle stranden, und so konnte diese einen stärkeren Zuwachs an Geröllen und Blöcken erhalten als die tieferen Gegenden des Meeresbodens.

---

1) Der Südpolarkontinent und das nördliche Grönland bieten noch jetzt, vor unseren Augen, das Beispiel kontinentaler Vergletscherung; und wenn diese Erdstellen der Beobachtung eben so zugänglich wären, wie die Gletscher der Schweiz oder Norwegens, so würden wir den vollständigsten Aufschluss über alle Phänomene erhalten, von denen hier die Rede ist, weil wir dann im Stande wären, sie in ihrer Entstehung zu beobachten

Dasselbe würde auch bei einem allmählichen Sinken des Kontinents geschehen, vorausgesetzt, dass dem respectiven Meere Gesteinsschutt von schwimmendem Eise zugeführt wird.

Ich werde auf diesen Gegenstand mehrmals zurückkommen, und habe hier nur zeigen wollen, dass wir bei der Erklärung der Entstehungsweise der Åsar auf Schwierigkeiten stossen, und dass man sich die Sache bisher vielleicht etwas zu leicht gemacht hat.

Einer der grössten und schönsten Åsar Finnlands ist der den Touristen wohlbekannte Pungaharju[1]).

Er liegt auf der Poststrasse, die von Nyslot nach Kronoborg und Wiborg führt, zwischen den Stationen Tunansari und Puttiko. Wenn man, von der Insel Tunansari kommend, auf einer Fähre über die Durchfahrt Tunansalmi gesetzt ist, so landet man am Fusse des Ås, auf dessen Scheitel hier ein Belvedere mit schöner Rundsicht steht.

Der Pungaharju bildet eine von NW. nach SO. streichende, 7 Werst lange Landzunge zwischen dem Saimasee und dem See Puru-wessi und beginnt bei der erwähnten Ueberfahrt und endigt bei der, die beiden Seen verbindenden Durchfahrt Pungasalmi (Siehe *Fig. 27*). Dieses Kärtchen ist die verjüngte Copie einer, im Landmesser-Departement zu Helsingfors befindlichen, im Maassstabe von 2000 schwedischen Fuss in einem schwedischen Zoll ausgeführten Specialkarte.

Seine Breite ist an verschiedenen Stellen eine sehr verschiedene.

An manchen Stellen, wie z. B. zwischen dem erwähnten Gasthofe und einem zweiten, dem sogenannten Kronsparke erbauten, zweigen sich niedrige Halbinseln von ihm ab, deren sonderbare Umrisse, so wie auch die Gestalt des Pungaharju selber, von der Konfiguration der, den Untergrund bildenden Granitfelsen bedingt sein mögen. Da nämlich in der Nachbarschaft überall Granit und Gneiss vorkommt, so darf man annehmen, dass der Ås auf diesen Gesteinen unmittelbar aufliegt.

Auch die Höhe ist verschieden.

Bei seinem Beginne ist sie geringer; dann steigt sie auf einer Strecke von drei Werst südlich vom ersten Gasthofe 100 bis 150 Fuss über den Spiegel des Sees, sinkt dann allmählich im weiteren Verlaufe ganz herab, und zugleich verschmälert sich hier der Ås bei einer Brücke auf der Landstrasse, bis zu 70 und 85 Fuss.

Südlich von diesem Punkte erhebt er sich wieder aufs Neue, erreicht bei dem Kronspark mehrmals eine bedeutende Höhe und fällt dann, am Ende der 7. Werst, bei Pungasalmi, allmählich zum Spiegel des Sees herab.

Am gegenüber liegenden Ufer, bei Punganjemi, erscheint zwar dieselbe Diluvialmasse, aus der der Pungaharju besteht, aber nun nicht mehr in der Gestalt eines Ås, sondern eines gewöhnlichen Lagers.

Auch der Scheitel oder Kamm hat sehr verschiedene Dimensionen.

---

1) Punga-harju bedeutet im Finnischen einen Schweinsrücken.

Bei dem nördlichen Gasthofe beträgt seine Breite an einer Stelle nur 16, und bei dem südlichen gar 7 Fuss englisch: an anderen Orten genügte sie zur Anlage der Landstrasse, im Ganzen aber ist sie, im Vergleiche zu der bedeutenden Länge des Ås, sehr gering.

Die Abfälle sind ziemlich steil und die grössten Böschungswinkel scheinen mit der geringsten Breite des Kammes zusammenzufallen. So z. B. betragen sie bei dem nördlichen Gasthofe in der oberen Hälfte 25 bis 30°, und werden nach der Basis hin geringer.

Bei dem Kronsparke, wo der Kamm an einer Stelle nur 7 Fuss breit ist, beträgt die Böschung 35 bis 40°. Hier sieht man auch an jedem der beiden Abhänge eine Terrasse *(Fig. 28)*, die nicht künstlichen Ursprunges zu sein scheint. Die untere Hälfte des Abfalles ist auch hier weniger steil.

Die innere Beschaffenheit des Pungaharju kann man in vielen Gruben beoabachten, die den Grus zum Wegebau hergeben. In einer derselben fand ich einen vertikalen Durchschnitt von 10 Fuss Höhe. Die obere Hälfte bestand aus fein geschichtetem Sande, die untere aus Sand und vielen Geröllen (*Fig. 29*).

Der Pungaharju ist ein gemischter Ås, wie der bei Lovisa; er besteht ebenfalls aus einem Gemenge von Sand, Geröllen und grösseren Blöcken, nur sind letztere nicht so häufig wie bei Lovisa, dessen Ås zum mindesten auf dem Kamm ein wahrer Steinås ist.

Die zahlreichen, dicht an einander gedrängten, den verschiedensten Gesteinen angehörenden Gerölle, haben von 1 Zoll bis 2 und 3 Fuss im Durchmesser und sind vollkommen abgeschliffen, aber es finden sich auf der Oberfläche des Ås auch Blöcke von 6 bis 10 Fuss Länge und diese stets mit abgerundeten Kanten.

In ihrer ganzen Länge, und diess ist sehr zu beachten, sind die Ufer des Pungaharju mit abgerundeten Wanderblöcken besäet.

Wir werfen dieselbe Frage auf wie bei dem Ås von Lovisa: wie ist der Pungaharju entstanden?

Dass er keine Moräne ist, beweist sein feingeschichteter Sand, die vollständige Abnutzung und Abrundung seiner Gerölle, und seine Gestalt, denn Moränen haben, meines Wissens, und so viele ich deren in der Schweiz gesehen, nie so schmale und so scharfe Kämme.

Kutorga und Holmberg, die den Pungaharju gesehen, meinen, er sei von den Wellen der benachbarten Seen aufgeworfen.

Man zeige uns an einem See, an einem Meere, ja am Oceane, eine von ihnen aufgeworfene Uferdüne von 150 Fuss Höhe, mit scharfem Kamme und 10 Fuss langen Steinblöcken auf letzteren und mit feingeschichtetem Sande, und wir wollen jener Erklärung beipflichten. Aber man wird vergeblich nach solchen Gewässern suchen.

Auch die Erklärung, die ich bei dem Lovisaer Ås versuchte, will, wie es scheint, hier nicht passen.

Wenn ich aber den Umstand bedenke, dass das mächtige Diluvium, das in der ganzen

Nachbarschaft kontinuirlich verbreitet ist, dieselbe innere Zusammensetzung wie der Pungaharju selber hat, und dass sein Fuss überall mit Wanderblöcken besäet ist, die wahrscheinlich aus ihm herausgewaschen wurden, so bin ich geneigt, in ihm, ganz so wie in den Talapskischen Peipus-Inseln und wie in den Inseln Iwanzow, Pid, Ched und Saïzkoi in der Powenezerbucht des Onegasee's, den der allmählichen Zerstörung durch Erosion entgangenen Rest einer ehemals kontinuirlich verbreiteten Diluvialdecke zu sehen.

Seine äussere Gestalt wäre in diesem Falle auch keine ursprüngliche, sondern eine sekundäre.

Ich kann die vorgeschlagene Erklärungsweise durch mehrere Thatsachen unterstützen.

Im Jahre 1859 besuchte ich, von Keksholm nach Wiborg reisend, den Isthmus, der ehemals den Wuoxen von dem Suwandosee trennte, und den Kutorga, in seiner Reise durch Finnland pag. 22 und 25 beschreibt. Jetzt besteht diese Landenge nicht mehr. Man hat sie 1857 durchstochen, um eine direktere Verbindung des Flusses mit dem Ladogasee herzustellen.

Der Wuoxen hat sich in diesem Durchstiche ein breites Bette durch Blocklehm und Sand gerissen und braust nun mit wüthender Schnelligkeit dem See zu [1]).

An den steilen, frisch entblössten Ufern und einzelnen, der Zerstörung noch trotzenden Pfeilern (*Fig. 30*) konnte man unten, wie gewöhnlich, einen steifen, grauen Blocklehm und über ihm Sand mit Wanderblöcken und Geröllen sehen.

Der Boden und die Ufer des Durchbruchs waren mit Rollblöcken besäet.

Wir haben hier eine unlängst, vor unseren Augen stattgehabte Erosion, die ähnliche Erscheinungen hervorgerufen hat, wie bei den Talapskinseln und wahrscheinlich auch im Saima- und Puru-wessisee, an dem, der Zerstörung entgangenen Pungaharju.

Sechszig Werst nordwestlich von Petrosawodsk liegt zwischen den beiden benachbarten Seen Kontsch und Pert die Eisenhütte Kontscheserskoi.

Beide Seen liegen auf ein und derselben von NW. nach SO. streichenden Linie, sind bei bedeutender Länge sehr schmal, und das Südende des einen ist von dem nördlichen Ende des anderen durch einen natürlichen Damm, einen aus Quarzsand und zahlreichen, Nuss bis Kopfgrossen Geröllen krystallinischer Gesteine, bestehenden Ås, getrennt. Er hat eine Breite von 60 bis 70 Fuss und eine Höhe von 40 bis 50 Fuss über dem Spiegel des Kontschsee's. Seine Abhänge sind steil.

Der obere oder Pertsee liegt 28 Fuss höher als der Kontsch, und an einer Stelle sinkt der Ås so herab, dass er sich nur 2 Fuss über dem Spiegel des oberen, also 30 Fuss über dem des unteren erhebt.

1) Die auf den älteren Karten angegebene Erweiterung des Wuoxen, ist in Folge des Abfliessens viel kleiner geworden; es ist an ihr ein, aus Flugsand bestehender, dürrer Ufersaum von ½ Werst Breite entstanden. So hat der Wuoxen jetzt drei Mündungen: Eine kleine, nördlich von Keksholm, eine Hauptmündung bei Keksholm selbst, eine dritte durch den Suwando bei Taipala, die sich 1818 durch Durchreissung der vorliegenden Sanddüne bildete.

An dieser Stelle soll früher eine natürliche Verbindung zwischen den Seen stattgefunden haben, indem ein Flüsschen aus dem Pert in den Kontschsee abfloss. Diese Verbindung verschüttete man und legte weiter westlich in dem Ås eine Schleuse nebst wildem Fluder an und verwandelte so den Pert in einen Hüttenteich.

Der Kontscheser Ås hängt aber unmittelbar mit der hier verbreiteten, und genau so wie er, aus Sand und Geröllen gebildeten Diluvialdecke zusammen, die ich einerseits 8 W. weit nach NW. bis zu den Eisenquellen Peters des Grossen (Martialnija Wody), andererseits nach NO. bis zur Ssuna, und mehrere Werst weit in der Richtung nach SW. und W. verfolgen konnte.

Es hat also hier den Anschein, als sei dieser, zwei Seen von einander trennende Ås, wie der Pungaharju, der Rest einer kontinuirlichen Diluvialmasse, welche früher den jetzt von den Seen occupirten Raum einnahm.

Eine ähnliche Erscheinung bietet auch ein gemischter Ås an dem nördlichen Ende des Kosmosees, unweit des Dorfes Kashma in der Saoneshje dar.

Dieser 23 Werst lange und durchschnittlich kaum eine halbe Werst breite See, erstreckt sich der eben so gestalteten Swätuchabucht des Onegasees parallel, von NW. nach SO. und ist von derselben durch einen, aus Blocksand bestehenden Bergrücken, also auch einen Ås, getrennt.

Am westlichen Ufer des nördlichen Endes des Kosmosee's (siehe *Fig. 32*) beginnt ein aus Sand, schwarzer Erde, Wanderblöcken und Geröllen bestehender Ås und streicht anfangs, dem Ufer parallel, hora 10 von SO. nach NW., macht aber dann eine Biegung nach NO. und fällt von seinem scharfen Rücken steil einerseits gegen den See und andererseits gegen einen benachbarten Sumpf ab, der in dem nämlichen Niveau wie der See liegt.

Nachdem er 500 Schritte in nordöstlicher Richtung verlaufen, lenkt er wieder mit einem Bogen in die nordwestliche ein, und vereinigt sich hier mit dem die Swätucha von dem Kosmosee trennenden Diluvialrücken.

Die Basis dieses Ås hat eine Breite von 100 Schritt (circa 230 Fuss); seine Höhe beträgt 20 Fuss, sein Rücken ist gewölbt.

In dieselbe Kategorie, wie die beiden vorhergehenden, gehört auch ein Ås, den ich 1857 in der Gegend von Mänselga, im Olonezer Gouvernement beobachtete (*Fig. 33*).

Man erreicht ihn auf der fünften Werst auf der von Mänselga nach Kondopoga führenden Poststrasse, die eine Strecke weit auf seinem schmalen Kamme hingeht. Er besteht aber nicht, wie jene, aus Sand, sondern aus grauem Lehm mit vielem Gerölle von Thonschiefer, Granit, Gneiss, Diorit und anderen Gesteinen. Da er an keiner Stelle gehörig aufgeschlossen war, konnte ich seine innere Anordnung nicht beobachten und musste mich mit der Kenntnissnahme seiner Gestalt, Dimensionen und Richtung begnügen.

Da wo ich ihn zuerst betrat, hat er eine nordsüdliche Richtung; diese geht in eine südöstliche, hora 9, über; nachdem er in dieser etwa 460 Fuss verharrt, lenkt er wieder nach Süd um, verbleibt in dieser Direktion 250 Fuss, biegt dann unter rechtem Winkel

auf eine Entfernung von 230 Fuss nach OSO., hora 7, und macht endlich eine eben so scharfe Wendung nach Süd. In dieser Richtung verfolgte ich ihn 1150 Fuss weit bis an das Ostufer des kleinen Tschapsee's.

Bei dem Punkte *a* hat der Kamm eine Breite von $18^2/_3$ Fuss, eine Höhe von 14 Fuss über dem benachbarten Sumpfe. Die Breite der Basis beträgt an dieser Stelle 84 bis 90 Fuss, die Böschungswinkel bis 30°.

An dem Punkte *b* ist der Kamm nur 7 Fuss breit, die Höhe des Ås 10 bis 12 Fuss, die Breite der Basis 42 bis 56 Fuss.

Siebenzehn bis zwanzig Werst SW. von Petrosawodsk befinden sich zwei Seen, Lossossinnoje und Masch, und an ihnen zwei Dörfer gleiches Namens.

Der zu ihnen führende Weg steigt allmählich bis 250 Fuss über den Onega an, auf einem aus gelbem Sande, grauem Lehm und erratischen Blöcken bestehenden Diluvialboden.

Das Terrain ist sehr coupirt. Das Diluvium bildet hier hohe, spitze oder langgezogene Hügelreihen, die durch Sümpfe von einander getrennt sind.

Auf der 8. und 9. Werst von Petrosawodsk geht der Weg auf dem Kamme eines schmalen, niedrigen aus Sand und Geröllen bestehenden Ås hin, der die beiden grössten jener Moräste, den Bolschoje boloto von dem Brussinskoie trennt. Da der erste bedeutend höher liegt als sein Nachbar, so könnte er mittelst Durchstechnng des Ås trocken gelegt und in urbares Land verwandelt werden.

Mit der Annäherung an Lossossinoje wird das Terrain noch bergiger und hier treten hohe, steile Hügel auf, die ganz und gar, bis an den Gipfel hinauf, aus aufgethürmten Wanderblöcken bestehen. Vorwaltend sind unter ihnen helle Granite, Gneiss, seltener weisser und rother Quarzit, und scharfkantige Bruchstücke schwarzen Thonschiefers. Dioritblöcke erscheinen hier nur höchst selten.

Am besten kann man diese Anhäufungen von Rollblöcken an den Abhängen eigenthümlicher, trichterförmiger Vertiefungen beobachten, die zwischen diesen Hügeln liegen und 30 bis 40 Fuss Tiefe erreichen. Ihr Boden soll immer trocken sein, obgleich viel atmosphärisches Wasser in sie hineinfliesst.

Genau von derselben Zusammensetzung wie das hier verbreitete Diluvium, ist nun auch ein schöner Ås, den man zwei Werst vor Lossossinoje betritt. Er streicht anfangs in nordwestlicher Richtung und ist ebenfalls zu beiden Seiten von Sumpf begrenzt, über welchen sein 7 bis 9 Fuss breiter Kamm sich 77 Fuss erhebt. Die Böschungswinkel betragen auch hier 30 bis 40°.

Am nördlichen Ufer des Lossossinnoje See's lenkt er nach Osten um und wird zugleich bedeutend höher und breiter, und ist an seinem nördlichen Fusse von einem Morast begrenzt, an dessen nördlichem Ufer wiederum ein hoher Ås erscheint.

Dieser Morast, wie so unzählige andere in unserem Norden, ist offenbar früher ein See gewesen, der jetzt mit einem dicken, schwebenden Pflanzenfilz überwachsen ist, in welchem sich noch einzelne offene Wasserstellen befinden.

Oben wurde der åsartigen Inseln im Powenezer Busen des Onegasees erwähnt. Solche aus Diluvialmassen zusammengesetzte Inseln kommen aber auch in den kleinen Wasserbecken dieser Gegend vor. So z. B. bestehen alle die niedrigen Inselchen, welche im Sandalsee, zwischen der Felseninsel Lytschnoi und dem Westufer liegen, aus Sand und Wanderblöcken, und ebenso der ganze Raum, der diesen See von der westlich von ihm fliessenden Ssuna trennt.

Etwa 6 Werst westlish von dem, am Westufer des Sandal liegenden Dorfe Sopochi, befindet sich in dem mächtig entwickelten Diluvialsande eine Einsenkung, wie sie Erdmann an den schwedischen Åsar beschreibt (*Fig. 34*).

Sie ist 28 bis 30 Fuss tief, der südliche Rand 230 Fuss, jeder der beiden anderen Ränder 450 bis 470 Fuss lang.

Die nach dem sumpfigen Boden gerichteten Abhänge sind sehr steil, und nach Nord hat diese sonderbare Einsenkung einen ganz schmalen Ausgang in einen benachbarten Sumpf.

Wie sind nun solche Einstürze inmitten einer Sandebene entstanden? Ich erwähnte oben, bei Lossossinoje, anderer, diesem ähnlicher, die ganz ohne Kommunikation nach aussen sind.

Noch eine Insel im Sandalsee haben wir zu nennen. Sie liegt 10 Werst nördlich vom Südende des Sees, und heisst Poperetschnoi, die Querinsel, weil sie quer auf der, von NW. nach SO. gerichteten Längenaxe des 40 Werst langen Sandal liegt. Sie ist nur einige Hundert Schritt lang, 10 bis 12 Fuss hoch und hat die Gestalt einer Mondsichel, deren concave Seite nach NW. und die convexe nach SO. gerichtet ist. Der Südostabhang ist sehr steil und wird unterwaschen, der nordwestliche fällt flacher ab.

Dieses Inselchen besteht ganz aus Quarzsand und zahlreichen Wanderblöcken der verschiedensten Gesteine und ist unerachtet seiner sehr ausgesprochenen, an Åsar erinnernden Gestalt, gewiss nichts weiter als der dürftige Rest eines Diluvialkontinuums, das einst den ganzen See ausfüllend, mit jenen Blocksandmassen zusammenhing, die zwischen Sandal und Ssuna beschrieben wurden.

Zahlreiche Sandåsar und Rollsteinåsar kann man auch östlich und südöstlich von der Stadt Powenez auf dem Wege nach dem Dorfe Habselga und Lobskaja beobachten, und hier wäre besonders auf einen, zwischen diesen beiden Orten auftretenden Rollsteinås aufmerksam zu machen. Er ist circa 1800 Fuss lang höchstens 10 Fuss hoch, streicht von N. nach S. Im unteren Theile liegen die Blöcke in einer Sandhülle, an der Westseite und auf dem Scheitel des Ås aber ganz frei, oft in abentheuerlicher Stellung; sie sind stark abgerollt und bestehen fast alle aus einem feinkörnigen Granit, der grauen Quarz, sshwarzen Glimmer und röthlichgrauen Orthoklas enthält. Es waren aber auch Blöcke von Gneiss und von weissem Quarzit da.

Obgleich ich diese Blockanhäufung bei den Åsar registrire, so bin ich doch zweifelhaft, ob sie ein solcher oder ein alter Uferwall, oder gar nur das zerfallene in Blöcke zerlegte Ausgehende einer in der Tiefe anstehenden Granitschicht ist. Oder hätten wir sie

vielleicht zu den Moränen zu stellen? Unter allen Åsar, die ich in unserem Norden zu beobachten Gelegenheit hatte, ist ein einziger, der durch die Umstände seines Vorkommens an eine Längsmoräne erinnert. Er befindet sich an der rechten Seite des Paltegaflüsschens, zwischen den Dörfern Foimaguba und Welikaia Niva, in dem, Saoneshje genannten Theile des Olonezer Gouvernements (siehe das Kärtchen *Fig. 48*). Der die beiden Orte verbindende Weg geht 3 Werst weit auf dem Rücken dieses, aus Sand und aus scharfkantigen Bruchstücken von Thonschiefer, Granit, Gneiss und Diorit bestehenden Ås hin.

An der gegenüberliegenden, linken Seite des Paltegathales zieht sich eine hohe, steile, in Klippen abstürzende Dioritfelswand hin, welche hier ein hohes, Jakor-bor genanntes Felsplateau begrenzt.

Ich habe leider weder die Dimensionen dieses Ås, noch seine innere Beschaffenheit näher untersucht.

Man kann hier bis Pigmatka und Tscholmuscha noch viele andere Sandåsar, Blockåsar und gemischte Åsar beobachten. Habselga und Lobskaja sind beide auf Åsar gebaut.

Zum Schlusse der Angaben über Åsar, die dem Gebiete der krystallinischen Gesteine unseres Nordens angehören, mag noch folgender erwähnt werden.

Ein sehr markirter, circa 1600 Fuss langer, 21 Fuss hoher, auf dem Kamm 7 bis 10 Fuss breiter Ås, auf halbem Wege zwischen den Dörfern Selezkoi und Jangosero, südlich vom Segsee. Er besteht aus Sand, Grus und Geröllen, ist ohne grosse Blöcke und verläuft zuerst v. O. nach W., lenkt aber dann allmählich in eine südliche Richtung ein. Seine Enden fallen gegen einen, ihn von beiden Seiten umgebenden Morast ab. Die Abhänge haben einen Böschungswinkel von 35 bis 40°.

In der Nachbarschaft dieses Ås befinden sich noch zwei andere; der eine am westlichen Ufer des kleinen Hulgasees. Er streicht von NW. nach SO., ist eine Werst (3500 F.) lang, 42 Fuss hoch und auf dem Kamme bis 50 Fuss breit. Die Abhänge sind sehr steil; er besteht ebenfalls aus Sand, Grus und Geröllen; an seinem östlichen Fusse breitet sich ein Sumpf aus, sein südliches Ende lehnt sich an einen, aus Dioritschiefer bestehenden Felsen.

Der andere Ås, näher zu dem Dorfe Soldosero gelegen, hat auch eine sehr markirte Gestalt. Sein Kamm ist 14 Fuss breit, gegen 50 Fuss über dem Fusse erhaben und die Böschungswinkel betragen 40°.

Mir bleibt nun zu sagen, dass ich den Blocksand und Blocklehm im Olonezer Gebiete eben so wie in Finnland, an manchen dazu geeigneten Entblössungen feingeschichtet gefunden habe. So z. B. am Pungaharju. Es mag statt mancher anderer, noch ein solches Beispiel citirt werden.

Wenn man von der Station Käppeselga nach dem Dorfe Perguba, am Nordende der Powenezbucht, fährt, gelangt man bei einer, über ein Flüsschen führenden Brücke an einen Dioritfels. An diesen lehnt sich ein mächtig entwickeltes Diluvium an, in das der Bach ein 30 Fuss tiefes Bette gegraben hat. Der Sand dieser, mit Rollblöcken versehenen Diluvialdecke erscheint feingeschichtet.

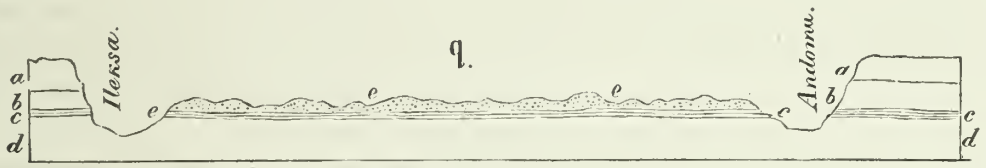
Und endlich wollen wir nochmals jener instruktiv entblössten Diluvialdecke gedenken, welche bei dem Beginne der Eisenbahn bei Helsingfors durchstochen worden war. Sie liegt unmittelbar auf dem hier herrschenden Granitgneiss (siehe *Fig. g* p. 41).

Ganz dieselbe Anordnung, wie in diesen Diluvialdecken, ist schon oft in den Åsar beobachtet worden, und wenn wir bedenken, dass sie auch aus ein und demselben Material bestehen, und dass viele Åsar wegen ihrer Höhe und wegen der grossen in und auf ihnen liegenden Gesteinsblöcke unmöglich in ihrer gegenwärtigen Gestalt und Dimension können von Wellen aufgeworfen sein, so kommen wir immer wieder auf die Vorstellung zurück, dass die Åsar, vielleicht mit einigen Ausnahmen, wo man sie als wirkliche Moränen ansehen kann, nichts anderes, als die bei einem grossen Denudatiosprozesse ausgesparten Reste der postpliocenen, sogenannten Diluvialbedeckung sind.

Åsar ausserhalb des Gebiets der krystallinischen Gesteine.

Wir haben hier zunächst eine merkwürdige Gruppe von Sandåsar zu registriren, die am südlichen Ende des Onegasees, nordöstlich von der Stadt Wytegra vorkommt.

In einer Entfernung von beiläufig 7 bis 10 Werst von dem Südende des Onega, erhebt sich, dem Ufer parallel, ein hohes; aus horizonlen Bergkalkschichten bestehendes Plateau (*Fig. q*).



In dieses Plateau ist ein 15 Werst breites Thal eingeschnitten, an dessen beiden Rändern Flüsse von SO. nach NW. in den Onega fliessen: am Nordrande die Andoma, am Südrande die Ileksa. Diese Niederung geht durch den Kalkstein *a* und den ihn untertenfenden lockeren Sandstein *b* hindurch, bis auf die Eisenerzschicht *c* hinab und ist ihr Boden von einem lockeren, rothen Diluvialsande *e* bedeckt, der viel scharfkantige Blöcke des unter ihm anstehenden Eisenerzlagers (Brauneisenstein) und mit diesen zusammen auch Gerölle krystallinischer Gesteine enthält. Der rothe Sand aber hat die Gestalt langgestreckter, geradliniger, von NW. nach SO. streichender Åsar mit ebenen Kämmen. Unzweifelhaft ist dieses breite Thal ein Erosionsthal; unzweifelhaft ist es auch, dass es nach seiner Entstehung mit einer mächtigen, diluvialen Blocksandschicht beschüttet und dass aus dieser Schicht wiederum durch Erosion die, der Längenaxe des Thales parallellaufenden Sandåsar gebildet wurden. Wollte man sie für Uferdünen eines Quartairmeeres ansprechen, das hier zwischen den beiden Bergkalkplateaus einen Busen bildete und sich dann allmählich aus ihm zurückzog, so müssten die, bei diesem Rückzuge hinterbliebenen Stranddünen nicht von NW. nach SO., sondern von SW. nach NO. gerichtet sein, da das Meer sich hier nur

in der Richtung von SO. nach NW., und in keiner anderen zurückziehen konnte. Ein Theil des Sandes könnte von dem devonischen Sandstein geliefert sein, den das Thal durchschneidet.

Gehen wir nun in das Nowgorodsche Gouvernement hinüber, so begegnen wir zwar einer Unzahl von Hügeln und kleinen Bergzügen, die alle, bald aus Sand, bald aus Blöcken, bald aus Blocklehm und Blocksand bestehen, aber sie haben seltener als im höheren Norden, die Gestalt eigentlicher Åsar. Indessen fehlt auch diese nicht.

Wenn man von der Stadt Krestzy nach Borowitschi reist, so kann man dicht am Wege, an einer Stelle die 9 Werst von dem Dorfe Timofejewa und 6 Werst von Ilowka liegt, einen mindestens 4000 Fuss langen, hora $10^1/_2$ von NW. nach SO. streichenden Sandås sehen. Sein Kamm ist oben 580 Fuss breit, das südliche Ende höher als das nördliche. Er besteht aus gelbem Quarzsande, aus welchem hin und wieder thonige Massen hervortreten, Nur einige wenige, abgerundete Wanderblöcke von 1 bis $1^1/_2$ Fuss im Durchmesser, lagen auf seiner Oberfläche. Er hat eine absolute Höhe von 534 Fuss. An seinem östlichen Fusse streicht in derselben Richtung ein Sandås, und mehrere solche, von Nord nach Süd streichende überschritt ich auf dem Wege von Ilowka nach Borowitschi.

Auch zwischen Borowitschi und Waldai kann man Åsar beobachten und wir wollen besonders einen hervorheben, weil er, wie jene im Olonezer Gebiete beschriebenen, eine gebrochene Streichungslinie hat und mitten in einem Sumpfe auftritt. Er ist als das süd- 330 Sashen = 2310 Fuss engl. lang, 30 bis 42 Fuss hoch, sein nördliches Ende niedriger liche, wie an dem Ås bei Ilowka, und macht drei Biegungen, von denen eine fast im rechten Winkel, wie das auch bei dem Fig. 33 beschriebenen der Fall ist. Man könnte sie für Wälle, von der Hand des Menschen aufgeworfen, halten.

Dieser Ås, der zwischen den Dörfern Jedno und Sopki liegt, besteht aus scharfkantigen, oder wenig abgerundeten Bruchstücken von Hornstein, von Kalkstein mit Korallen, und aus Grus krystallinischer Gesteine, wie Granit, Quarzit, Gneiss etc.

Die grössten Gerölle dieser letzteren Gesteine hatten einen Durchmesser von 4 Zoll.

Wenn das Register der im Nowgoroder Gouvernement beobachteten Åsar viel geringer ist als das in Finnland und im Olonezer Gebiete, so mag der Grund zum Theil darin gesucht werden, dass ich das Nowgoroder Gouvernement vor vielen Jahren bereiste, zu einer Zeit, wo ich auf diesen Gegenstand weniger aufmerksam war, als in späterrn Jahren.

Was die Diluvialmassen nnd die Åsar in Liv-, Est- und Kurland anbelangt, so verweise ich auf die Schriften von Rathleff[1]), Alexander Schrenck[2]), Fr. Schmidt[3]) und Const. Grewingk[4]), und beschränke mich auf die Bemerkung, dass die kontinuirliche Di-

1) Orographische und hydrographische Skizze von Liv-. Est- und Kurland. Reval 1852.

2) Alex. Schrenck. Das silurische Schichtensystem Liv- und Estlands. Im Archiv der Naturforschergesellschaft zu Dorpat. Erster Band.

3) Fr. Schmidt's Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, Nordlivland und Oesel. Dorpater Archiv, 2. Band, 1853.

4) Grewingk. Geologie von Liv- und Kurland. Dorpater Archiv für Naturkunde. Band 11. Erste Serie. 1861.

luvialdecke dieser Provinzen im Ganzen dieselbe Beschaffenheit wie in den von mir beschriebenen Landestheilen hat, und nur in einigen Bestandtheilen abweicht.

So z. B. wird man in dem Diluvio der Ostseeprovinzen nie oder nur ausnahmsweise Olonezsche Gesteine oder Bruchstücke von Bergkalk [1]) und umgekehrt, im Olonezschen oder in den Gouvernements Nowgorod, Twer, nie obersilurische Fragmente antreffen, die wieder in den Ostseeprovinzen, sogar mit Fragmenten ostschwedischer Felsarten zusammen vorkommen.

Der Zweifel, ob die Geröll- und Grantrücken der Ostseeprovinzen, wenn auch nicht alle, so doch ein durch grössere Dimensionen ausgezeichneter Theil derselben, den schwedischen und finnländischen Åsar beizuzählen, das heisst ihrer Entstehungsweise nach dieselbe Erscheinung sind, ist von Grewingk und anderen ausgesprochen worden.

Ich bin jedoch geneigt, Hügelzüge wie die Grant- und Gerölleberge bei Wesenberg, bei Isaak in Estland, wie bei Essenhof und Alt-Kaipen, wie am nördlichen Ufer des Helmetsees und an manchen anderen Orten Livlands, für eigentliche Åsar anzusprechen und kann nicht glauben, dass Berge, wie die blauen oder die drei Brüder bei Waiwara, die 280 F. absoluter, und mindestens 150 relativer Höhe und eine Breite von einer Werst haben, Uferdünen sind, wie das angenommen worden ist. Dagegen ist es aber auch nicht zu leugnen, dass in beiden Provinzen viele wirkliche Uferwälle eines vorgeschichtlichen Meeres zu erkennen sind, und wollen wir beispielsweise die ungeschichteten Sand- und Granthügel nennen, die man im Innern von Estland antrifft, und in denen Fr. Schmidt unlängst (1867) in einer Entfernung von 20 Werst vom jetzigen Meeresufer, in einer absoluten Höhe von 30 bis 40 Fuss, zwischen den Gütern Pönal und Pallifer, Reste von *Tellina baltica*, *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, fand.

Man sieht daraus, dass das Land, wenigstens bis zu dieser Höhe, noch unlängst mit Meereswasser bedeckt war, und dass das muschelführende Diluvium maritimen Ursprungs ist.

Man hat den Geologen, die den Transport des Diluviums in unserem Norden einer Drift (Wasserströmung) und schwimmendem Eise zuschreiben, den Einwurf gemacht, dass das Meer seine Anwesenheit nicht durch Hinterlassung von Muschelresten dokumentirt habe.

Schmidt hat diese Reste auf dem jetzigen Festlande nachgewiesen und man kann es für sehr wahrscheinlich halten, dass man mit der Zeit in Est- und Livland noch mehr solcher Reste, und auf grösseren Höhen finden werde.

Haben wir doch erst unlängst durch Fr. Schmidt und vor ihm durch Hrn. v. Middendorff erfahren, in welcher Menge und wie weit landeinwärts, Schalen jetzt lebender, nordischer Muscheln am Gestade Nordsibiriens verbreitet sind.

Wollen wir nun zum Schlusse dieses Kapitels die skandinavischen Åsar mit den unseren vergleichen, so stellt sich vorläufig Folgendes heraus:

---

1) Das Vorkommen von Chaetetes (Calamopora) radians westlich von den Hahnhofschen Höhen ist ein ganz vereinzeltes (Grewingk. Geologie von Liv- und Kurland pag. 199).

a. Die Åsar beider Länder sind dreierlei Art: Rollsteinåsar, Sandåsar und gemischte Åsar.

b. In den schwedischen wie in den russischen bemerkt man eine Anordnung der feineren Gemengtheile in Schichten.

c. In Schweden, wie bei uns, ist der Kamm gemischter Asar bisweilen mit Blöcken gekrönt, unter denen sich auch scharfkantige befinden.

d. Nie bestehen die Asar aus scharfkantigen Blöcken allein, oder ausschliesslich aus Blocklehm, sondern haben stets eine grosse Beigabe von Sand.

e. Die Abhänge der Åsar sind in beiden Ländern steil und erreichen nicht selten den grössten Winkel, 35 bis 40 Grad, den lockere Massen erreichen, wenn sie sich am Fusse senkrechter Höhen sammeln, von denen sie herabrieselten.

f. Die schwedischen Åsar scheinen eine grössere Länge und konstantere Richtung als die russischen zu haben.

g. Sie ruhen in beiden Ländern entweder auf Diluvium, oder auf anstehendem Fels, und treten nur ausnahmsweise in Thälern, sondern in der Regel im flachen Lande, oder auf den flachen Sätteln schwachgefältelter Sedimentärschichten auf, wie z. B. in Estland.

h. In den Åsar Russlands hat man bisher keine Meeresmuscheln angetroffen, wie in einigen schwedischen.

i. Aber in beiden Ländern scheint ihre Masse (wegen der in ihnen bemerkten Schichtung), aus Wasser niedergefallen zu sein, und in vielen Fällen will es unbezweifelt erscheinen, dass sie früher einer kontinuirlichen Diluvialdecke angehörten, die in der Umgegend zum Theil noch vorhanden ist, und dass sie ihre jetzigen Dimensionen und Gestalt erosiven Wirkungen auf das Diluvium verdanken.

k. Das Material der Åsar unterscheidet sich im Wesentlichen nicht von dem des benachbarten Diluviums, und mag ursprünglich durch Gletscher herangebracht und durch schwimmendes Eis, nicht aber durch Geröllfluthen (Drift) weiter getragen und verbreitet worden sein.

VII.

Von den Friktionsphänomenen oder den geschliffenen Felsflächen und den Schrammen.

Wo Gletscher noch heutzutage thätig sind, bemerkt man, dass die Felsflächen, auf denen sie sich bewegen, abgeschliffen und die Schifffläche mit Furchen (Schrammen) bedeckt sind. Die Schrammen rühren von den Steinen der Untermoränen her, die zwischen dem

Gletscher und dem Felsboden liegen, und bei dem Vorschreiten des Gletschers die Schliffläche kratzten. Daher haben die Schrammen immer eine, der Gletscherbewegung parallele Richtung. Diese Richtung coincidirt selbstverständlich, aber nur im Ganzen, mit der Richtung des den Gletscher enthaltenden Thales, und sie weicht nur stellweise von derselben ab, wie das auch an Flüssen zu bemerken ist, die von einem vorspringenden Steilufer abprallend, in diagonaler Richtung an das schräge gegenüberliegende Ufer getrieben werden.

Die vielen Tausende von geschliffenen und geschrammten Felsflächen, die man in Skandinavien, in Finnland und im Norden des Europäischen Russlands antrifft, gleichen in allen Beziehungen so vollkommen den entsprechenden Erscheinungen, z. B. der Schweizer Hochalpen, in denen Gletscher noch jetzt thätig sind, dass man wohl mit Recht annimmt, es sei auch der Norden Europa's, in welchem sich Gletscher nur in Norwegen und Finnmarken erhalten haben, einst vergletschert gewesen.

Die Gletscher tragen aber auch feinen und groben, auf ihre Oberfläche herabgefallenen Gebirgsschutt und mit ihm oft sehr grosse, scharfkantige Blöcke, thalabwärts, und deponiren diesen Schutt, die Moränen, auf der Thalsohle und an den Thalabhängen, wo man sie findet, wenn der untere Theil des Gletschers sich zurückgezogen hat, das heisst geschmolzen ist.

So weit im Norden Europa's, und selbst im gletscherlosen Theile desselben, geschliffene und geschrammte Felsflächen gehen, so weit bemerkt man auch die Gegenwart von Wanderblöcken und oft sehr grosser und scharfkantiger, wie wir davon oben viele Beispiele angegeben haben.

Aber wir finden, zum mindesten in Schweden und im russischen Norden, und das ist bemerkenswerth, fast nie Schuttmassen, die man für Längsmoränen oder Endmoränen eines Gletschers halten könnte. Und damit übereinstimmend, können im nördlichen Russland und in Finnland keine Fälle nachgewiesen werden, wo sie Schrammen wie in der Schweiz und in Norwegen, nach sehr verschiedenen, dem jedesmaligen Streichen des Thales parallelen Richtungen verlaufen.

Im Gegentheil, sowohl in Schweden als bei uns haben sie eine durchaus vorherrschende, allgemeine Richtung, die oft mit der nordsüdlichen zusammenfällt, oder im Ganzen doch nur unbedeutend von ihr nach Ost oder West abweicht.

Dieser Unterschied ist sehr wesentlich, denn er deutet darauf hin, dass zur Zeit der Entstehung der Schrammen, die offenbar auch die des Blocktransportes war, im Norden Europa's, namentlich in Schweden und Russland, keine einzelnen Gletscher, sondern eine weitausgedehnte Eiskalotte existirte, wie wir sie heutzutage im nördlichen Grönland und auf dem Südpolkontinente haben, an welchem James Ross Hunderte von Meilen an einer, gegen 300 Fuss hohen, senkrechten Eiswand ohne Ufersaum, vorüberfuhr.

Die ungeheuren Eisberge, denen er, unter den grausigsten Gefahren, an diesem Kontinente begegnete, waren wahrscheinlich von den Rändern des allmählich an die Küsten herabgleitenden Kontinentaleises abgebrochen, was um so wahrscheinlicher ist, als die Glet-

scher Grönlands, Spitzbergens und Norwegens wirklich solche Eisflotten mit Steinfrachten entsenden.

Wir besitzen bereits mehrere Karten, auf denen die Normalrichtung der Schrammen in Skandinavien, in Finnland und in den deutschen Ostseeprovinzen angegeben ist.

Schon vor vielen Jahren machte Seefström eine solche für das mittlere und südliche Schweden[1]) und Wilh. Boethlingk[2]) für Finnland bekannt, das er selbst bereist und dessen Friktionsphänomene er sorgfältig beobachtet hatte, nachdem er dieselben Erscheinungen auch in Schweden studirt. Boethlingks Karte stellt auch die Schrammenrichtung Schwedens dar, ist aber kleinen Maassstabes, so dass sie von dieser Richtung kein richtiges Bild giebt. Die kleinen, diese Richtung bezeichnenden Striche erscheinen dem Auge nahe zu parallel, was sie in der That nicht sind, und zwar schon deshalb, weil z. B. eine nordsüdliche Linie am Onega oder Ladoga einer ebensolchen am Wener oder Wettern in Schweden und noch weniger einer in Schottland, parallel sein, sondern weil diese Linien nach Nord convergiren werden. Um eine richtige Vorstellung von der Normalrichtung der Schrammen und dadurch von der Lage der Gegend zu erhalten, von welcher die schrammenden Massen und Kräfte ausgingen, müsste man alle gut bestimmten Linien auf einem Globus sehr grosser Dimensionen, wie z. B, der sogenannte Gottorpsche in dem Museum unserer Akademie, auftragen.

Man thäte, glaube ich, überhaupt besser dergleichen Dinge wie Meeresströmungen, Windrichtungen, Gebirgsrichtungen, Isothermen, etc. auf grossen, sphärischen Flächen, also auf Globen, zu betrachten, als auf geradlinigen, wie unsere Karten, deren Projektion doch nur Zerrbilder der Meere und Kontinente gestatten; von der Verunstaltung auf Karten der Mercatorschen Projection wollen wir gar nicht einmal reden; sie grenzt ans Unerträgliche.

Im Jahre 1863 erschien Nils Nordenskiöld's Schrift: Beitrag zur Kenntniss der Schrammen in Finnland. Er bediente sich eines besonderen, von ihm konstruirten Instruments (ein Kompass auf einem länglichen, in zwei Lineale auslaufenden Brettchen, das man leicht und sicher in horizontaler Lage erhalten kann) zum Bestimmen der Schrammenrichtung und theilt ein Verzeichniss von etwa 250 Punkten mit, an denen die Bestimmung von ihm ausgeführt ward. Auch giebt er jedes Mal das Gestein an.

Dieser Schrift ist eine Karte im Maassstabe von 40 Werst in russischen Zoll beigelegt. Die Schrammenrichtung, mit rothen Pfeilstrichen angegeben, geht über ganz Finnland und die Ålandsinseln, von NNW. nach SSO.

Nur im höchsten Nordosten, bei Kusamo und nordöstlich davon, nähert sich die Richtung mehr der westöstlichen, und bei Torneo und weiter im Süden bei Kristinestad, der nordsüdlichen.

---

1) In den Verhandlungen der Stockholmer Akademie d. W. 1838.

2) In dem Bullet. scient. de l'Acad. Imp. d. sc. de St.-Pétersbourg. T. VII, N. 13.

Im östlichen Schweden, namentlich am Ufer des Baltischen Meeres, verlaufen die Schrammen (nach Seefström) in derselben Normalrichtung wie in Finnland von NNW. nach SSO. Aber ganz anders ist es am Weissen Meere und am nördlichen Ufer der Kola-Halbinsel.

Am westlichen Ufer des Weissen Meeres giebt Boethlingk eine westöstliche, am nördlichen Ufer der Kolahalbinsel eine Richtung von SW. nach NO., an dem südlichen eine westöstliche an, und am östlichen Ufer folgen die Schrammen der Richtung desselben von SW. nach NO.

Bestätigen sich diese Angaben, so wäre die Bewegung von der höchsten Region des Finnisch-Skandinavischen Nordens ausgegangen und hätte sich radial nach Süd, SO., O., NO. und N. ausgebreitet.

Seefström, Nordenskjöld und Boethlingk nehmen zur Erklärung des Friktionsphänomens keine Gletscher, sondern turbulente Meeresströmungen an, die mit Gebirgsschutt beladen waren; auch beladene schwimmende Eisschollen.

Nordenskjöld nimmt überdiess auch die Bildung von Grundeis im nördlichen Ocean an, das Blöcke heraufbrachte und verschleppte, und Boethlingk hängt fest an der Behauptung, das radiale Auseinanderlaufen der Drift sei durch ein plötzliches Auftauchen des Kjölengebirges veranlasst worden. Diese Erhebung und eine gleichzeitige, ausgleichende Senkung Est- und Livlands und überhaupt des ganzen Raumes, auf dem in Russland Wanderblöcke vorkommen, nimmt auch Alexander Schrenck an, in seiner Abhandlung über das obersilurische Schichtensystem Liv- und Estlands (Archiv für die Naturkunde. Bd. 1, pag. 99).

Auch Professor Grewingk, in seinem oftgenannten Buche (pag. 103) erklärt sich, besonders in Bezug auf die Baltischen Ostseeprovinzen, gegen die Gletscherlehre, weil eben keine geeigneten Thalbildungen für Gletscher, auch keine Moränen und überhaupt keine Nothwendigkeit zur Annahme einer allgemeinen Vergletscherung da ist. Andererseits zeigt er, dass Schrammen auch durch strandendes, auf seiner Unterfläche mit eingewachsenen Steinen versehenes, Eis hervorgebracht werden können.

Die durch die Drift erzeugten Schrammen hält er für ein Moment, um die Stromrichtungen der Quartairzeit kennen zu lernen, und wendet auf einer, seinem Werke beigefügten Karte, zu demselben Zwecke die erratisch in den Provinzen Livland, Kurland und Kowno, vorkommenden silurischen Petrefakten an.

Auch die Bildung des Diluviums erklärt Professor Grewingk durch eine Drift, und hält die Asar nicht für Moränen (pag. 108).

Schliesslich wollen wir noch bemerken, dass er pag. 107 und 108 auffallende Beispiele sehr verschiedener Schrammenrichtung, und sogar auf einer und derselben Schlifffläche angiebt, z. B. Schrammen, die sich unter rechtem Winkel schneiden, was bei Gletschern doch wohl nicht vorkommen kann, und dass Professor Grewingk (pag. 110) zu dem Schlusse kommt, dass auf dem von ihm besprochenen Territorium, zwischen Narva, Dagden, Wenden und Ostrow (Gouv. Pleskau) die höheren, also dem Wasser zuerst entstiege-

nen Punkte vorzugsweise von NNW. oder NW. her geschrammt wurden, dagegen die niedrigeren und später trocken gelegten von NO. nach SW.

Von den Ansichten der jüngeren skandinavischen Geologen, denen sich auch Fr. Schmidt angeschlossen hat, ist oben schon die Rede gewesen; sie erklären das Friktionsphänomen durch vorgeschichtliche Vergletscherung unseres Nordens; schreiben der Bewegung dieser Eiskalotte auch den Transport des Gebirgsschuttes und der Blöcke zu, nehmen aber auch zur Erklärung aller, das Diluvium, die Åsar und die grossen Blöcke begleitenden Erscheinungen, beladene Eisflotten und die Wirkung des Wassers zu Hülfe.

Wir haben hier aber noch einer anziehenden Arbeit unseres Freundes Sir Roderick Murchison zu erwähnen, die in den Procedings der Londoner Geologischen Gesellschaft. Vol. 11. Part. 1, pag. 349 abgedruckt ist: On the Superficial Detritus of Sweden, and on the probable causes which have affected the surface of the rocks in the central and southern portions of that kingdom.

In diesem interessanten Aufsatze, den er 1846 veröffentlichte, rekapitulirt er anfangs die früheren Arbeiten über denselben Gegenstand von Brongniart, vom Grafen Lasteyrie, Seefström und Durocher, und vertheidigt, der Agassizschen Glacialhypothese gegenüber, die Lehre von der Drift, die er bereits in seinem berühmten Werke über die Geologie Russlands Cap. XX, pag. 507 geltend machte: *Scandinavian Drift and erratic blocks in Russia.*

Murchison schreibt die Friktionsphänomene und die Verbreitung der Diluvialmassen einer riesenhaften, durch plötzliche Erhebung des Kjölen verursachten Geröllfluth, und die Verbreitung der grossen Geschiebe schwimmenden Eisbergen zu, und führt unter anderen, gegen die Glaciahypothese streitenden Erscheinungen auch die an, dass Blöcke finnländischer, in geringen, absoluten Höhen vorkommender Gesteine, auf dem viel höheren Rücken des Waldaiplateaus vorkommen, denen nach Norden gerichtete Ströme entfliessen. Die Drift, meint er, transportirte sie, als das betreffende Land noch unter Wasser war, und dann stieg diess Land mit den Blöcken zusammen empor.

Bei dieser Gelegenheit mag man sich ins Gedächtniss rufen, dass Karl Fr. Wrede, bereits zu Ende des vorigen Jahrhunderts, das Phänomen der erratischen Blöcke im nördlichen Deutschland durch schwimmende Eisberge zu erklären versuchte.

Zu den Forschern, die eine Geröllfluth annehmen, gehört auch Professor Th. Scheerer, dem man so gründliche und lehrreiche Untersuchungen über die Friktionsphänomene in Norwegen verdankt (Poggendorff's Annalen, Band LXVI. pag. 269 und Poggend. Jahrgang 1849).

Es neigen sich, wie wir sehen, die Meinungen nach zwei verschiedenen Seiten.

Die Geologen der einen Seite nehmen zur Erklärung der Phänomene eine Wasserbedeckung mit starken, Gebirgsschutt fortbewegenden, Strömungen — die anderen einen ungeheuren kontinentalen, mit Gebirgsschutt beladenen Gletscher an.

Die Glacialisten sowohl, wie die Männer der Drift, nehmen ausserdem noch gemeinsam die schwimmenden Eisberge zu Hülfe, um den Transport der grossen, scharfkantigen, nicht gerollten Blöcke zu erklären. Beide unterscheiden an geschliffenen Felsen eine Stossseite und eine Leeseite; beide nehmen in der Centralgegend, von welcher der Transport ausging (das nördliche Skandinavien) eine Erhebung an; die Glacialisten nämlich sind zu der Annahme gezwungen, dass jene Gegend früher eine grössere absolute Höhe besass, als später und als gegenwärtig, weil im entgegengesetzten Falle keine transportirende Gletscherbewegung nach aussen stattfinden konnte.

Und die Männer der Drift lassen das Kjölengebirge plötzlich aus dem Meere emportauchen und dadurch nach alle Seiten hin gewaltig abfliessende Strömungen entstehen. Sie kommen dabei auf die alte Pallassche Ansicht von der Entstehung der Gebirge zurück. (Siehe Pallas: Betrachtung über die Beschaffenheit der Gebirge und Veränderungen der Erdkugel, besonders in Beziehung auf das Russische Reich, Frankfurt und Leipzig, 1778, pag. 60). In diesem interessanten, anziehenden Duodezbändchen spricht der grosse Forscher die Meinung aus, pag. 65, es müssten die Mammute und Rhinoceronten, deren Reste wir jetzt im gefrorenen Boden Sibiriens finden, von einer «heftigsten und plötzlichsten Fluth aus ihrer indischen Heimath nach Norden geschleppt worden sein, und diese Fluth werde durch nichts anderes, als durch das plötzliche Aufsteigen des Bodens des Oceans verursacht sein. Solches Aufsteigen erklärt er durch ungeheure, unterseeische, vulkanische Ausbrüche.

Wenn wir für die Erklärung der erratischen Erscheinungen und der Friktionsphänomene unseres russisch-skandinavischen Nordens nur zwei verschiedene Hypothesen besitzen, so ist deren Anzahl für das Territorium der Schweiz viel grösser, und es dürfte nicht ohne Interesse sein, sie in ihrer Hauptsache hier zu resümiren. Wir wollen mit Saussure beginnen (starb 1798).

Ihm war das erratische Phänomen nicht nur in den Alpen, sondern auch in Deutschland bekannt. Zur Erklärung desselben[1]) nahm er an, die Erde, die vor dem Eintritte dieses Phänomens noch grosse Höhlungen enthalten, und eine viel mächtigere Wasserbedeckung gehabt hatte, sei in Folge eines heftigen Stosses (violente secousse) zusammengebrochen, wobei viele Gesteinsmassen zertrümmert wurden, und die Wasser in die geöffneten Höhlungen mit so grosser Gewalt hineinströmten, dass sie tiefe Thäler in den Boden und ungeheure Mengen von Erde, Sand und Gesteinstrümmern mit sich fortrissen. Diese Massen häuften sich an den Orten an, wo wir einen Theil derselben noch heute erblicken. Saussure nahm dabei an, die ganze niedere Schweiz sei ein grosser See gewesen, der bei dem Fort de l'Ecluse durch den Jura durchbrach und nach Norden abfloss (Voyages dans les Alpes, Band 1, Cap. VI).

Aber die Strömungen nahmen allmählich an Intensität ab, führten nur noch leichtere

1) Voyages dans les Alpes. § 210.

Trümmer mit sich, reinigten auf diese Weise allmählich die Thäler von dem mitgebrachten Schlamm und Grus, und liessen nur die schweren Massen (d. h. die grossen Blöcke) zurück, und solche, die sich durch andere Umstände ihrer Wirkung entzogen.

Leopold von Buch [1]) und De Luc der Jüngere [2]) schlossen sich dieser Erklärungsweise mit der Modifikation an, dass sie die Ursache der plötzlich eingetretenen Abströmung des Wassers, nicht in den Saussurschen Einstürzen der Erdrinde und Gebirgsdurchbrüchen, sondern in dem plötzlichen Aufschiessen der Alpen, namentlich der Montblanckette, aus einer Wasserbedeckung suchten. Es handelte sich hier vorzugsweise um das Rhonethal und den Südabhang des Jura.

Wenn nun schon diese beiden Lehren sehr gewagt erscheinen, so gilt diess in noch höherem Grade von der Hypothese des älteren De Luc (gestorben 1817), der die erratischen Blöcke der Schweiz durch die Lüfte an ihren jetzigen Fundort führte, indem er annahm, sie seien durch, aus dem Erdinnern erfolgte Gasexplosionen, von ihrer ursprünglichen Lagerstätte getrennt und fortgeschleudert werden.

Escher von der Linth sprach 1819, im ersten Bande der neuen Alpina, die Ansicht aus, es seien die Mündungen der grossen, aus den Hochalpen herabkommenden Thäler der Schweiz, durch die Bergketten der sogenannten niederen Schweiz in der Weise abgedämmt gewesen, dass sich in ihnen grosse Seen befinden mussten, welche von Gebirgswassern gespeist wurden. Diese Barren seien dann plötzlich durchrissen worden; die Seen flossen in Folge dessen mit einer Geschwindigkeit ab, welche Escher von der Linth, für den im Rhonethal befindlichen, mit 175 Fuss in der Sekunde berechnete, und für genügend hielt, die Gesteinstrümmer an ihren jetzigen, sekundären Fundort zu bringen.

Die Tiefe des Wallisersees, den er in die Nähe von Maurice versetzt, schätzte er auf 5000 Fuss. Beiläufig sei gesagt, dass Nordenskjöld (c. l.) in Finnland den Transport vielen Gesteinsschuttes durch Ruptur der hochgelegenen Seen erklärt).

Der Lehre von der Alpinischen Drift schloss sich später auch Elie de Beaumont an, in seinem berühmten Buche: Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe, pag. 213 der Annales des sciences naturelles, 22. Juin 1829) in der Anmerkung, wo es heisst wie folgt:

Les effets des courants diluviens sont beaucoup mieux connus que leur origine. On ne doit pas perdre de vue, qu'au moment de la convulsion qui a donné son relief à la chaine principale des Alpes (du Valais en Autriche), la contrée au milieu de laquelle elle parut, présentait déjà de très hautes montagnes, puisque le système des Alpes occidentales existait depuis long-temps, et n'était baigné, au moins dans une grande partie de ses contours, que par les eaux de quelques lacs d'eau douce, elevés eux-mêmes au-dessus des mers d'une

1) In den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Berlin. Octob. 1815 und Leonhards Taschenbuch 1818.

2) De Luc Untersuchung der wahrscheinlichen Ursachen, welchen Charpentier die Fortschaffung der Blöcke in der Schweiz zuschreibt. Leonh. und Bronn Jahrb 1838. Heft 2, pag. 195.

tité plus ou moins grande. Les neiges dont ces hautes montagnes ne pouvaient manquer d'être couvertes, ont dû être fondues en un instant par les gaz, auxquels est attribuée l'origine des dolomies et des gypses, et les eaux provenant de leur fusion ont sans doute concouru, et peut-être pour beaucoup, à la production des courans diluviens des Alpes.

Les Alpes Scandinaves donneraient lieu à une remarque du même genre.

Wir lassen uns hier weder auf die Kritik dieser oder anderer Hypothesen ein, sie ist in Charpentier's trefflichem Buche: «Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhone» [1]) und in Agassiz: «Etudes sur les glaciers», (Neufchatel, 1840, chapitre XVIII), genugsam geübt, das aber wollen wir bemerken, dass die Beaumontsche Lehre von dem Transport der Gesteinstrümmer in der nördlichen Schweiz, zu einer Zeit veröffentlicht ward, wo Karl Fr. Wrede [2]) in seinem «Geologischen Resultaten aus Beobachtungen über einen Theil der südbaltischen Länder, Berlin, 1794», schon längst das Phänomen der erratischen Blöcke des nördlichen Deutschlands durch schwimmende Eisberge erklärt und die Beistimmung namhafter Geologen, wie z. B. James Hall erhalten [3]) und nachdem Giovanni Venturi [4]) in seiner 1817 erschienenen Schrift: «Fenomeni geologici, diese Erklärungsweise auf die Erscheinungen in der Schweiz angewendet hatte.

Aber noch bemerkenswerther dürfte es sein, dass Venetz bereits im Jahre 1821 die unleugbaren Beweise einer früheren, grösseren Ausdehnung der Gletscher im Wallis und in den angrenzenden Gegenden geliefert hatte, in seiner, in den Mémoires de la Soc. helvetique des sciences naturelles Vol. 1, partie 2re abgedruckten Aufsatze: Mém. sur la temperature dans les Alpes [5]). Einige Jahre später gewann Venetz auch die Ueberzeugung, es seien die erratischen Phänomene der Schweiz durch die frühere Existenz kolossaler Gletscher zu erklären.

Als er seine Anschauungsweise im Frühling 1829 Herrn Charpentier mittheilte, kam sie diesem extravagant und geradezu unsinnig vor; er konnte sich unmöglich einen mehr als 60 lieues langen Gletscher vorstellen, der nicht nur das Rhonethal, sondern auch den ganzen Raum zwischen den Alpen und dem Jura und zwischen Genf und Solothurn sollte eingenommen haben [5]).

Dieses offene Geständniss des ausgezeichneten Mannes ist eben so achtungswerth, wie die demselben vorhergehende Mittheilung [6]), die uns lehrt, dass die erste Person, welche gegen Charpentier die Meinung von einer früheren, kolossalen Vergletscherung der Schweiz ausgesprochen, der Gemsenjäger Perraudin aus Lourtier im Bagnethale gewesen

---

1) Lausanne 1841.

2) Wrede starb zu Königsberg 1826.

3) Hall; On the revolutions of the earths surface, in den Schriften der Edingburger Gesellschaft 1813.

4) Giov. Baptista Venturi, Professor der Physik in Pavia und später Geschäftsträger Italiens in Bern (Siehe Poggendorff: Biographisch-literärisches Handwörterbuch. Leipzig 1863).

5) Siehe: Charpentier; sur les glaciers pag. V.

6) Charpentier c. l. pag. 243.

7) c. l. pag. 241.

sei. Als Charpentier 1815 in der Hütte dieses Mannes übernachtete, um am nächsten Tage von dort aus auf den St. Bernhard zu gehen, erzählte Perraudin ihm von den Eigenthümlichkeiten der Gegend und besonders von den Gletschern, die er oft besucht hatte und gut kannte.

«Die Gletscher unserer Berge», sagte er, «haben früher eine viel grössere Ausdeh-«nung gehabt als heutzutage. Unser ganzes Thal war, bis zu einer grossen Höhe über der «Drance, von einem kolossalen Gletscher eingenommen, der sich bis nach Martigny er-«streckte, wie das die Gesteinsblöcke beweisen, die man in der Umgebung dieser Stadt fin-«det, und die zu gross sind, als dass das Wasser sie bis dahin hätte verschleppen können».

Es ist unmöglich, die ganze Erscheinung richtiger aufzufassen und zu erklären, als hier durch den einfachen, vorurtheilsfreien Mann in wenig Worten geschieht. Und dennoch gesteht Charpentier freimüthig, dass ihm diese Hypothese so sonderbar vorkam, dass er es nicht für der Mühe werth erachtete, weiter über sie nachzudenken.

Auch Charles Lyell, der ein so ausserordentliches Verdienst um die Erklärung der geologischen Phänomene hat, widmete schon früh, 1835, seine Aufmerksamkeit den erratischen Erscheinungen der Schweiz. Was Wrede schon für den Norden Europa's in Bezug auf die Wanderblöcke behauptet und Venturi auf die Schweiz angewendet hatte, nämlich, dass die Blöcke durch schwimmendes Eis transportirt worden — nahm auch Lyell an (siehe dessen Abhandl. über das langsame Emporsteigen einiger Theile Schwedens; Philos. Transact. 1835).

Im Jahre 1836 traten zuerst Schimper, und gleich darauf Agassiz[1]) mit einer neuen Lehre von dem Transporte der Schweizer Wanderblöcke auf.

In Folge einer allgemeinen Erniedrigung der Lufttemperatur bedeckte sich der Norden Europa's mit grossen, kontinuirlichen Eismassen.

So war denn auch die Schweiz zur Zeit dieser Eisperiode inkrustirt; nur die höheren Bergketten starrten aus der Eisdecke hervor.

Da kochten die feurigflüssigen Massen des Erdinnern nochmals auf und erhoben den Hauptzug der Alpen bis zu ihrer jetzigen Höhe und mit ihnen, gleich einer Felsschicht, die dicke Eisdecke.

Zugleich lösten sich ungeheure Gesteinsblöcke von den, die Eishülle dominirenden Bergen, wie z. B. vom Montblanc, der älterer Entstehung ist, als die westlichen Alpen, und glitten auf der geneigten Eisfläche bis an den südlichen Abhang des Jura einerseits und in das nördliche Italien andererseits, ohne sich dabei abzurunden, da die Reibung auf der glatten Fläche gering war, und die Blöcke, wenn sie aneinanderstiessen, sogleich von einander abprallten.

Charpentier hat diese Hypothese c. l. pag. 292, ausführlich und gründlich widerlegt und seine Ansichten über die erratischen Phänomene der Schweiz in dem genannten,

1) In einem am 24. Juli 1837 in Neufchatel, in der Schweizer Naturforschergesellschaft gehaltenen, und in den Akten der 22. Sitzung gedruckten Rede, pag. 23, (siehe Charpentier, c. l. pag. 229) und in seinem Werke: Etudes sur les glaciers. Neufchatel, 1840, pag. 314 und folgende.

1841 erschienenen Werke niedergelegt. Er erklärt darin den Transport der Blöcke, die Schlifflächen und deren Schrammen, durch die Wirkung grosser Gletscher einer früheren Zeit, d. h. in derselben Weise wie Perraudin, der Gemsjäger aus dem Bagnethale. Auch G. Bischof, dem die Geologie so viel verdankt, sprach sich in jener Zeit über den beregten Gegenstand aus[1]). Er schrieb die erratischen Erscheinungen der Schweiz der Wirkung alter, langer, hoher Gletscher zu, die allmählich zu ihren gegenwärtigen Dimensionen einschrumpften, und erklärte die Bildung jener kolossalen Urgletscher durch eine viel grössere Höhe der Alpen.

Die neptunischen Gesteine der Schweizer Alpen, meint Bischof, seien wahrscheinlich durch den Granit gehoben. Nimmt man nun an, dass die hebende Kraft sich allmählich vermindert habe, so mussten die Alpen von dem Augenblicke an, als die krystallinische Erstarrung der granitischen Masse begann, sich senken und diese Senkung musste fortfahren, bis zur gänzlichen Erstarrung dieser Masse. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass die Alpen seit ihrer Erhebung ununterbrochen fort sich gesenkt haben, dass diese Senkung viel leicht noch fortfährt, und dass ihre ursprüngliche Höhe ihre jetzige, vielleicht um das Doppelte, übertroffen haben mag.

Ganz dieselben Verhältnisse, heisst es weiter[2]), können bei anderen Gebirgen, die sich jetzt nur wenige tausend Fuss über die Meeresfläche erheben, gadacht werden.

Es wäre hier noch Godeffroy zu nennen, der in seinen Notices sur les glaciers, les moraines et les blocs erratiques (1840) das erratische Phänomen in die Tertiairzeit stellt, und ohne eine Erklärung desselben zu versuchen, es für älter als die Gletscher erklärt. Er nennt es terrain detritique ancien ou clysmien à blocs (pag. 19—25).

Studer, in seinem Lehrbuche der physikalischen Geographie und Geologie, 1844, pag. 196, nachdem er die verschiedenen Ansichten gegeneinander abgewogen, lässt die ganze Frage als eine noch nicht hinlänglich erörterte, offen. Der menschliche Geist hat sich an ihrer Lösung geübt, wie an der Quadratur des Zirkels, aber glücklicherweise mit besserem Erfolge.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu unserem Gegenstande zurück, und betrachten wir die geschliffenen Felsflächen und deren Schrammen im Norden Russlands.

Es ist von ihrer, aus zahlreichen Beobachtungen bestimmten Normalrichtung bereits die Rede gewesen. Wir haben diesen Beobachtungen am Schlusse unserer Arbeit zwei neue Beobachtungsreihen hinzugefügt, aus denen sich ebenfalls eine Hauptrichtung der Schrammen von NNW. nach SSO. ergiebt.

Wir wollen aber nun speziell diejenigen Fälle betrachten, wo eine bedeutende Abweichung von der Normalrichtung und wo eine Kreuzung der Schrammen zu bemerken war, wir wollen die diese Abweichung begleitenden Erscheinungen betrachten, um einerseits zu

1) Leonhard und Bronn. Neues Jahrb. 1843, pag. 505.
2) c. l. pag. 536.

sehen, welchen Ursachen man diese Abweichung zuschreiben könne, und andererseits, welcher Natur das Medium gewesen sein mag, das die schrammenden Steine einschloss und sich mit ihnen bewegte.

Nordenskjöld, Al. Schrenck, Boethlingk[1]) und Grewingk haben in ihrem geologischen Schriften manche Fälle von Abweichungen der Schrammen von der Normalrichtung und die muthmassliche Ursache derselben angegeben. Es ist jedoch bei diesen Angaben, so schätzenswerth wie sie sonst sind, ein Umstand fast unberücksichtigt geblieben, dessen Einfluss auf die Richtung der Schrammen sehr bedeutend gewesen zu sein scheint — ich meine die verschiedene Neigung der geschliffenen Felsen, an den verschiedenen Theilen derselben.

Es ist durchaus nicht zu verkennen, dass die Gestaltung der Stossseite einer roche moutonnée, je nachdem sie schwach oder stark gewölbt, einen Einfluss auf die Schrammenrichtung gehabt hat. Auch tiefe Spalten und andere Zufälligkeiten haben diese Richtung verändert, wie wir an Beispielen nachweisen werden.

Nehmen wir zuerst ein Beispiel von vollkommenem Parallelismus der Schrammen auf einer schwach und regelmässig gewölbten Schlifffläche (*Taf 7 Fig. 36*).

Diese roche moutonnée besteht aus einem feinkörnigen Gemenge von Orthoklas und Hornblende (Diorit) und befindet sich unmittelbar am Ostufer des Onegasees bei Bessow Noss. Sie erhebt sich nur wenige Fuss über den See, und fällt von dem Gipfel der schwachen Wölbung mit 20° nach SW. und nur mit 10° nach NW. ab, hora 9 von NW. nach SO. Die Schrammen verlaufen sehr regelmässig. (Die Pfeilstriche geben auf dieser Tafel, wie auf den folgenden den Winkel an, den die verschiedenen Stellen der Schlifffläche mit der Horizontalebene bilden. Die Richtung der Schrammen ist mit gewöhnlichen Strichen ausgedrückt und ausserdem mit der entsprechenden Stunde des Freiberger Bergkompasses bezeichnet).

a ist eine 4 Fuss unter der Fläche *b* liegende und auf ihrem Boden dennoch geschrammte Vertiefung. Diese Erscheinung erklärt sich sehr einfach dadurch, dass *a* sich von *g* und *b* lostrennte und sammt seinen Schrammen in eine Kluft hinabsank, während *f* noch seine alte Stelle einnimmt. *d* ist eine 10 Fuss lange, 4 Fuss breite, mit Wasser angefüllte Vertiefung, nach welcher sich die Schlifffläche unter Winkeln von 25 bis 35 Grad neigt, und diese Abhänge sind in derselben Richtung geschrammt wie die ganze Fläche.

Um so mehr fällt es auf, dass die Stellen *c* und *f* nur polirt, aber nicht geritzt sind. *e* ist eine kleine hervorragende Wulst, auf der ich keine Schrammen bemerken konnte[2]).

Man sieht, wie die geringe Böschung dieser roche moutonnée keine Deviation der

---

1) Boethlingk in einem Aufsatze, am 28. Dec. 1840 der Akademie d. W. vorgelegt und im Bulletin scientif. abgedruckt.

2) Diese Zeichnung entwarf ich am 30. Juli 1859, nach der Natur.

Schrammen von ihrer Richtung hat veranlassen können, und eben so wenig die kleine Protuberanz *e*.

Anders ist es bei der unter *Fig. 37* abgebildeten, aus Granit bestehenden Schlifffläche, die man 7 Werst südlich von dem Dorfe Unoska am Ostufer des Onegasees beobachten kann. Sie ist 6 Fuss lang und ragt aus dem sie umgebenden Granit etwas hervor.

Bei *a*, an der Stossseite, erhebt sie sich steil unter einem Winkel von 80°, und von hier verläuft ein niedriger, aber steiler, oft sogar senkrechter Rand über *b* bis *c*.

Die Schrammen, von *a* kommend, laufen bogenförmig und divergirend, hora 1½ von NO. nach SW., lenken aber dann noch hora 10 NW. nach SO. ein.

Dagegen verlaufen andere, von *a*, aber weiter vom steilen Rande aufsteigende Schrammen, ohne Richtungsänderung hora 10 oder 10½ NW. nach SO. über die ganze Fläche hin. Es ist unverkennber, dass in diesem Falle der steile, geschliffene Rand *abc* die Beugung veranlasst hat, und eben so überzeugend ist es, dass das Medium, in welchem sich die schrammenden Steine befanden, nach der Deviation *ab*, wieder in die Richtung *bc* einlenkte, die hora 10 parallel ist.

Ich kann mir sehr wohl denken, dass ein Gletscher diese Erscheinungen hervorbringen konnte, da sogar viel höhere Protuberanzen als die hier vorliegende, seinen stillen, aber sicheren Gang nicht aufhalten würden, wie man das an allen Gletschern der Welt beobachten kann. Ich kann mir aber beim besten Willen keine Vorstellung von einer Fluth machen, die stark genug wäre, um eine mächtige, einen grossen Druck auf die Unterlage ausübende Geröllmasse mit sich zu wälzen und sie sogar zu zwingen, einen 80° steilen Abhang hinaufzusteigen.

Noch weniger kann ich begreifen, wie die mit Steinen behaftete Unterfläche eines schwimmenden Eisfeldes dieses Auseinandergehen und Wiedereinlenken der Schrammen hätte hervorbringen können. Es sei denn, dass man hier die Strandung und das Hinaufschieben eines solchen Feldes annehme wie bei dem Ereignisse von Uhla.

Fig. 38 auf Taf. 7 stellt eine geschliffene Gneissplatte an dem östlichen Ufer der Insel Rekala, im nördlichen Theile des Ladogasees dar. Die Insel liegt 5 Werst westlich von Sordawalla (Serdobol) und auf ihr befindet sich ein berühmter Steinbruch Hiè-Njemi, aus welchem der feinkörnige, graue Granit (eigentlich Gneiss) herstammt, der in St. Petersburg so grosse Verwendung findet. Diese Schlifffläche bietet sehr verschiedene Schrammenrichtungen dar.

Obgleich der zum Wasser abfallende Rand an der Stossseite einen Neigungswinkel von 40° bis 60° hat, so steigen dennoch alle Schrammen geradlinig hinauf, ohne jede Beugung; dabei bemerkt man, dass eine Gruppe derselben mit hora 11 beginnt und, nach Osten vorschreitend, allmählich bis in hora 9½ übergeht; sie sind radial disponirt, und werden von einer anderen, unter hora 11 verlaufenden Gruppe gekreuzt. Eine dritte Gruppe streicht von N. nach S. Am auffallendsten ist die Beugung der Schrammen bei dem Felsenvorsprunge *a*; sie bleiben hier horizontal, folgen aber der Konfiguration des Ufers und len-

ken nach vollbrachter Beugung wieder in die Richtung hora 9 ein. An dieser Stelle *a* erreicht die Steilheit des Abhanges 80°.

Beiläufig sei hier bemerkt, dass man an dem östlichen Ufer der nämlichen Insel, an einer senkrecht sich aus dem Wasser erhebenden, polirten Wand desselben Gesteins, parallele Schrammen sehen kann, die unter einem Winkel von 20° von N. nach S. aufsteigen.

Eines der merkwürdigsten Beispiele von Schrammenbeugung und von sofortigem Einlenken in die Hauptrichtung, sah und zeichnete ich im Juli 1859 bei Helsingfors, auf dem Wege von der Stadt zur Bade- und Trinkanstalt.

Die Felsplatte befindet sich etwa 30 Schritt links von diesem Wege, am nördlichen Abhange eines durchweg geschliffenen Berges aus grauem Gneiss (*Fig. 39*). Dieser Abhang ist mit 25° nach N. geneigt. Die Schrammen steigen hier in der Richtung hora 11, die bei Helsingfors überall wiederzufinden ist, die geneigte Ebene hinan.

Rechtwinklig zu dieser fast nordsüdlichen Richtung erstreckt sich die 5 Fuss lange Vertiefung von *b* bis *c*. Der nördliche Rand dieser Kluft ist mit 80° nach Süd, der südliche mit 58° bis 60° nach Nord geneigt, beide glatt geschliffen und geschrammt, aber die Schrammen sind, offenbar durch die Kluft, allmählich so abgelenkt worden, dass sie an deren Rändern, und auf der spiegelglatt geschliffenen Oberfläche des die Kluft ausfüllenden, rothen Feldspaths *a*, von West nach Ost, hora 6 streichen.

Aus dieser Vertiefung gehen sie dann fächerförmig sich ausbreitend, weiter hinauf und lenken allmählich in die Hauptrichtung hora 11 wieder ein, die sie dann in einer Entfernung von 2 bis 3 Fuss von der Kluft auch wieder erlangen.

Wer hat nun diese merkwürdige Arbeit gemacht, bei der eine unbedeutende, nur 1 Fuss breite Vertiefung eine so bedeutende Rolle gespielt zu haben scheint. War es Gletschereis, war es ein Driftstrom, waren es schwimmende Eisfelder?

Ich zweifle daran, dass strömendes Wasser Geröllmassen auf so starkgeneigte Ebenen überhaupt, und überdiess noch geradlinig hinauftreiben könne; die herangetriebenen Massen lockeren, unverkitteten Gerölles würden ja dem Hinderniss ausgewichen und nach O. und W. abgeflossen sein statt gerade hinaufzugehen, wie das nur möglich ist, wenn sie in einem mehr oder weniger steifen, sich geradeaus bewegenden Körper eingewachsen sind.

Wir kommen also auch hier wieder auf die Gletscher, oder doch mindestens auf strandende Eisschollen zurück, aber man sieht nicht ein, wie eine, mit kratzenden Steinen erfüllte Eisscholle die rasche Wendung nach Ost machen und gleich darauf die vorhergehende nordsüdliche Richtung wieder annehmen konnte, statt in der Richtung der Ablenkung zu verbleiben.

Nur bei Gletschern, deren Masse aus vielen einzelnen Gliedern bestehend, bekanntlich eine verschiebbare, den Unebenheiten des Thales sich akkomodirende ist, kann man sich eine Wirkung, wie die vorliegende, denken.

Fig. 40 ist die Wiederholung der Erscheinung im Grossen, die wir *Fig. 38* bei *a* im Kleinen bereits kennen lernten.

Zwei Werst von Helsingfors, an der linken Seite der nach Tawastehus führenden Eisenbahn, sieht man an einer, aus Granit bestehenden roche moutonnée, die mit 80° nach O. abfällt, parallele, horizontal über einander liegende Schrammen die der Wölbung des steilen Abhanges folgen, anfangs von N. nach S. und dann von NNO. nach SSW. streichend. Bei *d* gelangen sie an die schräge, glatt polirte Fläche *b*, die bei *e* und *d* auch geschrammt, übrigens aber ohne Schrammen ist. *a* ist ein, mit Schutt ausgefüllter Riesenkessel, der in diesem Falle sich allerdings am Leeende einer roche moutonnée gebildet hat, was Boethlingk geneigt ist von allen Riesenkesseln anzunehmen. Ich glaube jedoch in meinem Aufsatze über Riesenkessel (Mém. de l'Acad. d. sc. d. St.-Pétersb. Tome XI. N. 12) gezeigt zu haben, dass diese merkwürdigen, von der Natur selbst ausgehöhlten Felsenbrunnen, von den Diluvialströmen sowohl, als von der Leeseite der roches moutonnées ganz unabhängig, jedenfalls aber die Erzeugnisse im Kreise sich drehender Wasser sind.

Wir kehren zu der Insel Rekala bei Sordawalla zurück, um in dem Steinbruche Hiè Njemi ein Beispiel divergirender Schrammen und die evidente Ursache dieser Divergenz zu sehn (*Fig. 41*). Im Steinbruche war die Schlifffläche *b*, mit nordsüdlich streichenden Schrammen, ausgespart.

Auf dieser Platte liegt eine andere Gneissschicht *a*, deren Kopf ganz abgeschliffen und abgerundet, und auf ihrer Oberfläche bei *e* mit sehr breiten, tiefen, denen auf *b* parallellaufenden Schrammen bedeckt ist[1]).

An der senkrechten Wand *c* krümmen sich die übereinanderliegenden Schrammen um die stumpfe Ecke herum und nehmen hier eine mehr westöstliche Richtung an.

Zwischen *c* und der fast horizontalen Ebene *e* laufen sie divergirend aus einander. *Fig. 42* mag ein Beispiel davon geben, wie Schrammen an sehr steilen Felswänden bald auf-, bald niedersteigen, je nach der Neigung des benachbarten Felsbodens, auf welchem die schrammende Masse sich bewegte.

Es ist diess der Kutorgafels[2]) drei Werst von Kronoborg am Ladogasee, in der Nähe des Pastorats.

Ich zeichnete ihn von der Westseite, am 27. Juli 1859. N. ist die Stossseite, S. die Leeseite dieser roche moutonnée.

Bei *a* beträgt der Neigungswinkel des Abhanges 75°, bei *b* 80°; auf *a* verlaufen die Schrammen horizontal übereinander, bei *b* senken sie sich mit 15° bis 25° nach Süd.

Bei *d* beträgt die Böschung 71°. An diesen Steilrand steigen die Schrammen, unter einander parallel, mit 10° gegen Nord an.

Am Fusse dieser Wand liegt die Schlifffläche *e* mit 16° nach Nord und mit 20° gegen West geneigt. An der Leeseite liegen, wie gewöhnlich, erratische Blöcke angehäuft.

---

1) Auf der Zeichnung, in welcher die Perspective beobachtet ist, scheinen sie mit den Schrammen auf *b* zu divergiren.

2) Der verstorbene Professor Kutorga empfiehlt in seinem Werke über Finnland diesen Fels als lehrreich für das Studium der Friktionsphänomene, und hat seinen Namen in ihn eingehauen.

Das auffallendste Beispiel von Schrammenkreuzung habe ich in *Fig. 43* dargestellt.

Diese Schlifffläche befindet sich mit vielen anderen, auf denen die Schrammen hora $10^1/_2$ NW. nach SO. verlaufen, auf einer aus porphyrartigem, dichtem Diorit bestehenden Schäre an der Südspitze der Insel Klimezkoi im Onegasee. Sie ist 8 Fuss lang und mit 15° bis 20° nach SW. geneigt, und durch Klüfte von den Nachbarflächen getrennt. Man unterscheidet deutlich folgende Schrammengruppen: hora $7^1/_2$ NW. nach SO., sie sind sehr breit und tief, und die eine von ihnen hat das Eigenthümliche, dass sie an zwei Stellen unterbrochen ist.

Hora 9 NW. nach SO.

Hora $10^1/_2$ NW. nach SO.

Hora $1^1/_2$ NO. nach SW.

Einige Schrammen zeigen schwache Krümmungen, die meisten verlaufen gerade, und ein Paar kurze haben die Richtung von N. nach S.

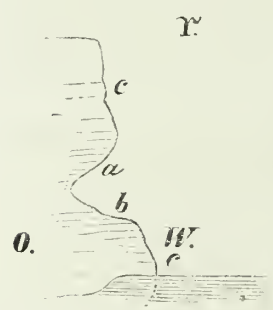
Es kreuzen sich also hier nicht weniger als fünf Richtungen unter bedeutenden Winkeln, so z. B. die hora $7^1/_2$ und hora $1^1/_2$ unter fast rechtem Winkel.

Die Gestaltung der Insel und ihrer Nachbarschaft bietet nichts zur Erklärung dieser Erscheinung dar, und wir können an dieser Stelle nichts sagen, als dass eine Kreuzung der Schrammen auch an den, längst von den Gletschern verlassenen roches moutonnées der Schweiz häufig vorkommt. Als Beispiel wollen wir die geglätteten Felsen unterhalb des Viesch-Gletschers, und oberhalb der Handeck aufführen, die Agassiz in dem Atlas zu seinen Etudes sur les glaciers, abgebildet hat.

Im Olonezer Gebiete kann ich zum Studium der Friktionsphänomene ganz besonders bis 150 Fuss hohe, sehr steile, sogar ganz senkrechte Wände eines feinkörnigen Diorits empfehlen, die am östlichen Ufer der Unizabucht des Onegas sich aus dem Wasser erheben, dessen Tiefe ich hier mass und 56 Fuss englisch fand. Man kann hier an hundert Orten die schönsten Schliffe und Schrammen nicht nur auf niedrigen, schwachgeneigten Klippen, sondern auch an den Steilwänden beobachten.

An den letzteren fand ich sie meist horizontal, seltener geneigt unter Winkeln von 5 bis 8°.

An einer Stelle war das senkrechte Felsufer *c c* mit einer horizontalen Furche versehen, und nicht nur an den Steilwänden *c*, sondern auch auf der geneigten Fläche *b*, und auf der überhängenden *a* verliefen horizontale Schrammmen, eine über der anderen.



Die Wand ist von N. nach S. gerichtet. Es hat ganz das Ansehen, als sei die Vertiefung in den Fels hineingerieben worden. Und ich gestehe, dass ich mich bei dem Anblicke des Landes, dessen ganze Oberfläche eigentlich nur eine einzige, grosse roche moutonnée ist, des Gedankens nicht habe erwehren können, dass die meisten seiner Seen nichts weiter sind, als durch kolossale Gletscherfriktion in den Felsboden geriebene Behälter, welche die Tagewasser aufnehmen.

Wir werden auf diese Vorstellung, die nicht neu ist, später zurückkommen.

Breite, Länge und Tiefe der Schrammen.

Die Schrammen unseres Nordens haben sehr verschiedene Dimensionen.

Ihre Breite steigt von der Dicke einer Nähnadel bis zu einem Zoll. Bei weitem die grössere Anzahl hat eine Breite von einer oder einigen wenigen Linien, und einen halben oder ganzen Zoll erreichen sie nur sehr selten, nur ausnahmsweise.

Als Beispiel breiter Schrammen kann ich die auf der geschliffenen Dioritfläche citiren, auf welcher das Dorf Senogubskoi am Onega steht. Die wohlerhaltenen, deutlichen Schrammen streichen hier fast alle hora $10^1/_2$ NW. nach SO., nur wenige von N. nach S. oder hora $9^1/_2$ NW. nach SO.

Auf einer 16 Fuss breiten Schlifffläche zählte ich durchschnittlich auf 1 Fuss 24 Schrammen, so dass auf einen Zoll zwei Schrammen kommen.

Einige derselben waren 1 Zoll breit und 3 Linien tief, und an den Wänden rauh.

Anderthalb Werst von der Station Kidela, am Nordufer des Ladogasees in Finnland, liegt dicht am Postwege ein kleines, geschliffenes Gneissplateau, das hora 1 von NO. nach SW. streicht. Auf diesem Schliff verlaufen Schrammen in der Richtung hora $10^1/_2$ NW.-SO., mit leisen Abweichungen nach N. und W.

Die eine dieser Schrammen ist 1 Zoll breit und 5 Fuss lang, eine andere 1 Zoll breit, 4 Linien tief, 6 Fuss lang, etwas gekrümmt, und besteht aus zwei Gliedern, die in derselben Axe liegen.

Es wurde schon oben ein ähnliches Beispiel von Absetzen und Wiedererscheinen, oder Unterbrechung einer und derselben Schramme angeführt.

Die längste Schramme, von der ich weiss[1]), befindet sich auf dem silurischen Kalksteine der Insel Gothland in der Umgebung von Wisby. Sie hat 21 Fuss Länge, fast 2 Fuss Breite und 2 bis 3 Zoll Tiefe.

Sonderbarerweise sind die Schrammen, als Friktionsprodukte, sehr allmählich zur Anerkennung gekommen. Saussure hatte sie bemerkt, hielt sie aber für eine mit der Krystallisation der Gesteine zusammenhängende Erscheinung. Leopold von Buch scheint sie auf seiner ersten skandinavischen Reise ganz übersehen zu haben[2]) und als man sie später für das erkannte, was sie in der That sind, nämlich für von Gletschergrus gezogene Furchen, protestirte Herr von Buch förmlich gegen diese, wie er sich ausdrückte «Kleinliche Voraussetzung» und erklärte sie durch die Reibung, welche einzelne Theile der oberen Schale concentrisch angeordneter Granite und Gneisse, bei ihrem zufälligen Herabgleiten auf der Oberfläche der folgenden Schale ausüben, d. h. für Rutschflächen, wie sie in allen Gebirgen vorkommen[3]).

---

1) Eine schriftliche Mittheilung von Nils von Nordenskjöld.

2) Reise durch Norwegen und Lappland. Berlin, 1810.

3) Buch über Granit und Gneiss. Berlin. 1844.

Auch ein anderer Geolog, Robert[1]), scheint das Phänomen der Schrammen in Schweden und im Norden Russlands nicht erkannt oder nicht beachtet, oder mit anderen, von der Schieferung abhängigen Vertiefungen auf Felsoberflächen, verwechselt zu haben.

Eine solche Verwechselung begehen auch heute noch manche Beobachter, und ich halte es daher nicht für überflüssig, in der *Fig. 44 Tafel 9* ein deutliches Beispiel von dem Zusammenvorkommen beider Erscheinungen zu geben.

Es ist eine, auf der Insel Pusonssari (eine Werst von der Kupfergrube Pitkaranta, am nördlichen Ufer des Ladoga), an deren Westufer vorkommende, aus Hornblendegneiss bestehende roche moutonnée.

Die Schrammen verlaufen an der, unter Winkeln von 45° bis 69° geneigten Fläche *a* horizontal hora 1 NO. nach SW.

Bei der Stelle *b* gehen sie ansteigend und an der stumpfen Ecke etwas divergirend.

Die Schichten des Gneisses streichen hora $2^1/_2$ SW. nach NO. und fallen mit 45° hora $8^1/_2$ NW. Die Pfeilstriche zeigen den Böschungswinkel an.

Da wohl nur wenige Geologen Gelegenheit gehabt haben dürften, die roches moutonnées (Rundhöcker) unseres Nordens zu sehen, so dürfte es nicht unwillkommen sein, wenn hier die treue Abbildung einer solchen gegeben wird. *Fig. 45, Tafel 9* stellt die 6 Werst nördlich von Petrosawodsk befindliche Schäre Solomenskoi oder Salminskoi dar. Sie liegt in der aus dem Onegasee in die Logmobucht führenden Durchfahrt, besteht aus dem sogenannten Solomenschen Stein, einer Quarzitbrekzie, ist gegen 28 Fuss hoch, gewölbt, auf ihrem flachen Rücken steht eine steinerne Kirche.

Die Längenaxe dieser Schäre ist von N. nach S. gerichtet. Das nördliche Ende, die Stossseite, steigt allmählich auf. Die grösste Höhe erreicht die Insel an dem südlichen Ende, auf der Leeseite, und hier sind die dicken Schichten des Gesteins stufenförmig abgebrochen, die Bruchflächen nach Süden gewendet.

Grosse Spalten durchsetzen die Schäre in der Richtung von NO. nach SW.

Die Oberfläche, obgleich an vielen Stellen angewittert und etwas rauh, zeigt an anderen glatte Schliffe und deutliche Spuren von Schrammen.

Aber vergebens suchte ich an der Leeseite nach Wanderblöcken. Die Blöcke, die hier auf den Stufen und am Fusse lagen, waren scharfkantig und befanden sich, nur vom Mutterfels getrennt, noch an ihrer ursprünglichen Lagerstätte.

Hierbei muss noch bemerkt werden, dass eine rauhe, nicht geschliffene Leeseite unserer roches moutonnées, ebenso wenig wie an den Rundhöckern der Schweiz, zum Karakter derselben gehört; ich könnte Hunderte von Beispielen anführen, wo die Stossseite von der Leeseite garnicht zu unterscheiden ist; beide sind geschliffen, geschrammt, beide steigen allmählich zum Rücken der Wölbung an.

---

1) Auf seiner Reise in Schweden und Russland, 1837 (Siehe Bulletin de la soc. géologique de France, séance du 11 janvier 1838).

Auch die schrammenlosen Schlifffläche unseres Nordens, wie sie nicht selten vorkommen, sind mit anderen, zwar eben so glatten, aber nicht durch Scheuerung entstandenen Gesteinsflächen verwechselt worden, und es dürfte nicht überflüssig sein, auch diesen Punkt aufzuklären.

Ich habe im Olonezer Gebiete nicht selten ebene, glatte, sogar schimmernde Felsplatten angetroffen, die ich für Schliffe hielt, ehe ich sie genauer untersucht und mich überzeugt hatte, dass es Schichtungsebenen sind, an denen man keine Spur von Scheuerung wahrnehmen kann. So z. B. die *Fig. 46*, *Taf. 9* abgebildete Platte eines dunkelgrünen, feinkörnigen Diorits, die sich am südlichen Ende des Dorfes Tiwdia, am rechten Ufer des Flüsschens gleiches Namens, am Nordende des Sandalsees, befindet.

Die Nordostseite dieses Felsens ist fast senkrecht und scharfkantig abgebrochen. Die glatte, ebene Oberfläche neigt sich unter einem Winkel von 18° hora 2 nach SW.

Wenn man bei dem vorhergehenden Beispiele etwa über die Natur der Fläche in Zweifel bleiben könnte, so wird dieser Zweifel, wie ich glaube, durch das folgende Beispiel beseitigt. *Fig. 47*, *Tafel 9* stellt einen Uferfels von Diorit, am westlichen Ufer der Insel Lytschnoi, beim Vorgebirge Düwe-niemi, im Sandalsee, dar. Wie aller Diorit im Olonezer Gebiete, so ist auch dieser in sehr regelmässigen Lagern, wie ein neptunisches Gestein, angeordnet.

Die etwas gewölbten Schichten fallen nach NW., und sowohl die Ebene *a*, als auch die tiefer liegende Ebene *c* und *b* zeigen weder Schrammen, noch jene feinen, vertieften Streifen, die nie auf Felsschliffen fehlen, sondern haben das Ansehen, als seien sie ursprünglich so glatt gebildet worden, wie das an den Schichtungsebenen von Thonschiefern, Quarziten, gewissen Kalksteinen, z. B. am lithographischen, wahrgenommen wird.

Ich bin daher geneigt, diese Ebenen für ursprüngliche, nicht später erzeugte zu halten.

Wären *a* und *c* Schliffe, so dürfte man auch an den steilen Wänden *d* Friktionsspuren erwarten; es sei denn, dass diese Steilwände erst nach der Gletscherperiode, durch Abbrechen entstanden wären.

VIII.

Schlussbemerkungen.

Vergleichen wir die erratischen und die Friktionsphänomene der Schweiz und anderer Gegenden, wo Gletscher noch heute wirksam sind, mit den entsprechenden Erscheinungen unseres Nordens, so sehen wir, bei aller Analogie doch bedeutende Unterschiede.

Die Felsenschliffe und Schrammen der Schweizer Thäler haben durchaus dasselbe Ansehen, wie in Finnland, im Olonezer Gebiete und in Schweden.

Hier wie dort sind mit vielen kleineren, abgerundeten Bruchstücken, auch grosse, vollkommen scharfkantige Wanderblöcke, weit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte weggetragen worden, und liegen bald auf dem anstehenden Felsen, bald auf Schuttmassen.

Aber in der Schweiz gehören die roches moutonnées mit ihren Schrammen den Thälern an, in denen man sie bis zu einer Höhe von mehreren Tausend Fuss über der jetzigen, gletscherfreien Thalsohle findet, und die Schrammen folgen der Richtung der Thäler, die eine sehr verschiedene ist. In unserem Norden dagegen ist die ganze Oberfläche des hügeligen Felsenlandes geschliffen, und die Schrammen folgen im östlichen Schweden, in Finnland, am Onega und in unserem silurischen Gebiete, mit lokalen, geringen Ausnahmen, ein und derselben Hauptrichtung von NNW. nach SSO. und beide Erscheinungen sind nicht an Thäler gebunden, weil es daselbst keine giebt, die grosse, isolirte Gletscher, wie die der Schweiz oder Norwegens hätten aufnehmen können.

Eine wesentliche Verschiedenheit liegt auch darin, dass die Schweiz keine Åsar, sondern nur ungeschichtete Moränen und geschichteten, alluvialen Gletscherschutt hat.

In unserem Norden dagegen, der reich an geschichteten Åsar und an Uferschwellen ist, wird man vergeblich nach Moränen suchen, es sei denn, dass man die Richklager für Grundmoränen ansehen will.

Dass die genannten Erscheinungen in der Schweiz ihre Entstehung den Gletschern der Vorzeit zu verdanken haben, bezweifelt heute wohl Niemand mehr, und eben so wenig, dass diese Gletscher in einzelnen Fällen, wie z. B. noch heute der Aletschgletscher[1]) und einige Gletscher Norwegens, an Seen (in Norwegen am Meere) enden, und abgebrochene, mit Schutt beladene Eisberge ins Wasser entsenden konnten.

Die Hauptarbeit haben aber nicht diese schwimmenden Eismassen, sondern zweifelsohne die Gletscher selbst gemacht, und alle jene Erscheinungen erklären sich auf eine einfache, natürliche Weise, und schwerlich glaubt in unseren Tagen noch Jemand an plötzliches Auftauchen der Alpen, oder an das tobende Abfliessen der Wasser in geborstene Erdhöhlen und an andere ähnliche Gewaltthaten. Nur über die wahre Ursache der grossen, vorgeschichtlichen Vergletscherung der Schweiz, ist man noch nicht einig.

Nicht so einfach und leicht wie in der Schweiz, ist die Erklärung der erratischen Phänomene unseres Nordens.

Wir werden auch hier die Hypothese von der gewaltigen Kjölenerhebung mit ihrem Gefolge von Wasserfluthen, auf sich beruhen lassen müssen und auf dem Boden der Erfahrung stehend, zu untersuchen haben, welche Lehre mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, die Lehre von der mit Geröllen und Eisschollen beladenen Drift, oder die Lehre von der

---

1) Siehe Tafel 12 in dem Atlas zu Agassiz: Etudes sur les glaciers.

Glacialzeit, oder endlich die Lehre, welche diese Zeit, das heisst eine ehemalige Vergletscherung des Nordens, und die Mitwirkung schwimmender Eisberge annimmt.

1) Geröllfluthen. In der Jetztzeit entstehen heftige Wasserströmungen, die im Stande sind, grobes Gerölle und sogar Wanderblöcke fortzuwälzen, auf dreierlei Art:

a. Bei dem Durchbruche eines hochgelegenen Sees in das niedrigere Nebenland.

b. Bei Ueberschwemmungen in Folge anhaltenden Regens oder plötzlichen Schmelzens des Winterschnees und

c. bei dem Durchbruche eines Gebirgsflusses, wenn er das Treibeis durchreisst, das ihn an irgend einer Stelle gestopft und zu einem temporären See angestaut hatte.

d. Bei dem beschleunigten Schmelzen grosser Eismassen, die plötzlich von hohen Bergen in wärmere Luft herabglitten.

Die Ereignisse der ersten Art sind in Finnland ziemlich häufig und zwar treten sie zum Theil von selbst ein, zum Theil werden sie zu verschiedenen Zwecken von den Menschen absichtlich herbeigeführt.

Oestlich von Kuopio, 7 Werst von der, Pühhaselke genannten Bucht des Saimasees, an welcher das Städtchen Jöenssu, an der Mündung des Pielisbaches liegt, befindet sich in einer Höhe von 67 Fuss über der Pühha-Selkebucht, der 70 Werst lange, 30 Werst breite und in seiner südlichen Hälfte sehr tiefe See Hoytiäinen.

In der Absicht, seinen Wasserspiegel einige Fuss tiefer zu legen, um Ackerland zu gewinnen, hatte man in dem Diluvio des 7 Werst breiten Isthmus, der ihn von jener Bucht des Saimasees trennt, einen Graben an ihn herangeführt. Noch blieb ein schmaler Damm zwischen dem Graben und dem Hoytiäinen zu durchstechen, um das Wasser allmählich abfliessen zu lassen, als der See ihn plötzlich am 4. August n. St. 1859 selbst durchbrach und sein Wasser mit furchtbarer Gewalt nach der Pühhaselke-Bucht abströmte. Bis zum 9. August, wo ich Nyslott am Saimasee besuchte, war der See schon um 6 Fuss und später noch mehr gefallen. Mit verheerender Wuth riss der Strom Sand, Thon, Schlamm und Gerölle mit sich wälzend, ein breites Thal in den Diluvialboden. Aber er besass nicht die Kraft, grössere Wanderblöcke thalabwärts zu rollen, und ich bezweifle, dass diese Drift, wenn sie irgendwo bis auf den Granit dieser Gegend durchschnitt, im Stande gewesen sein wird, seine Oberfläche in der kurzen Zeit zu glätten und nun gar noch mit Schrammen zu bedecken.

Auch ist es wohl unbezweifelt, dass Steine nur in dem Falle auf eine Felsfläche Schrammen einkratzen werden, wenn sie in das sie fortbewegende Medium fest eingewachsen sind. In einer, sie fortwälzenden Wasserfluth sind sie es nicht, und werden daher ihre Lage fortwährend verändern.

Nur in gleitende Eismassen eingeschlossene Steine können Schrammen erzeugen, seien es Gletscher oder strandende Eisberge.

Und noch ein schweres Bedenken ist gegen die Geröllfluthen aufzustellen, nämlich der Umstand, dass die Schrammen in unserem Norden und in Skandinavien oft bergan gehen,

wie bisweilen die heutigen Gletscher noch thun, wenn sie auf ihrem Wege vorliegende Felsbuckel zu übersteigen haben.

Es ist ein Beispiel solcher ansteigender Schrammen bei Helsingfors (*Fig. 39*) angeführt worden.

Eine lose, nicht verkittete, vom Wasser bewegte Geröllmasse, würde an beiden Seiten des Helsingforser Berges in divergirender Richtung, nicht aber in derselben Richtung, in der sie ankam, den Nordabhang hinauf und über den Gipfel weggegangen sein.

Ich habe schon oben meine Meinung darüber ausgesprochen, dass auch der Helsingforser Fels und alle ihm ähnlichen, ihre Politur und Ritzung wahrscheinlich grossen, nach Süd sich bewegenden, Gletschern zu verdanken haben.

Die durch anhaltenden Regen oder Schneeschmelzen, besonders in Gebirgsflüssen veranlassten Ueberschwemmungen, wie man sie z. B. im Herbst 1868 im Rheinthale des Canton Graubündten, wie man sie öfter im mittleren Laufe des Rheins, und an unzähligen anderen Strömen gesehen hat, zerstören zwar Gebäude, Brücken, reissen grosse Erdmassen vom Ufer los, tragen Sandbänke ab und bilden neue, aber sie wälzen nur Gerölle geringen und mittleren Umfanges, nie grössere Wanderblöcke mit sich fort, es sei denn, dass Treibeis ihnen zu Hülfe komme, wie im Lorenzstrome und in den Flüssen Skandinaviens und des russischen Nordens.

Anders ist es, wenn ein, mit starkem Gefälle fliessender Gebirgsstrom eine in ihm aufgethürmte Eisschollenbarre durchreisst, nachdem er sich oberhalb derselben zu einem See aufgestaut hatte.

Ein solcher Fall ereignete sich 1818 in der Schweiz, in dem Bagnethal, durch das die Dranse, ein Nebenfluss der Rhone, fliesst.

Es waren im Winter Eislawinen von einem benachbarten Gletscher in das Bette der Dranse gestürzt. Als der Frühling gekommen war, staute sich das, durch Schmelzen des Schnees gebildete Wasser, oberhalb des Eisdammes so an, dass es einen grossen, 200 Fuss tiefen See bildete. Man erkannte die Gefahr, die ein plötzliches Durchreissen des Dammes bringen würde, und trieb einen 700 Fuss langen Graben durch den Eiswall, um den See allmählich abfliessen zu lassen. Als aber das Wasser in den Kanal strömte, löste sich das Eis und die ungeheure Fluth, strömte in 25 Minuten mit so furchtbarer Gewalt, weil mit einer Schnelligkeit von mehr als 30 Fuss in der Sekunde, thalabwärts, dass sie Häuser, Brücken, Bäume, Gerölle und haushohe Felsblöcke mit sich fortriss.

Das war nun ein Wasserstrom, den man mit der hypothetischen Geröllfluth wirklich vergleichen könnte, wenn nicht seine Dimensionen gegen die letztere so verschwindend klein wären. Als dieser Wassersturz aus dem engen Bagnethale in das viel breitere der Rhone getreten war, verlor er, sich ausbreitend, seine Kraft, und seine Schnelligkeit verminderte sich bis auf 6 Fuss in der Sekunde, und alle grösseren Steine gelangten nicht weiter als bis in die Mündungsgegend der Dranse.

Man ersieht aus diesem Beispiele, welche ungeheure Wasserstürze dazu nöthig wären, um grosse Gesteinsblöcke auch nur auf geringe Strecken fortzuwälzen, und begreift nicht, woher so heftige Strömungen kommen konnten, die Schweden, Norddeutschland und einen grossen Theil des nördlichen Russlands mit Gebirgsschutt bedeckten. Das können unmöglich Geröllfluthen gethan haben.

Heftige Fluthen sind auch nicht selten durch plötzliches Schmelzen grosser Eis- und Schneemassen entstanden, und zwar auf zweierlei Art:

Wenn, wie es am Cotopaxi der Fall war, ein schneebedeckter Vulkan einen ungewöhnlich heftigen Ausbruch hat, bei welchem die heissen Dämpfe und Lavaströme den Schnee und das Eis zum Schmelzen bringen, oder wenn dieses dadurch geschieht, dass grosse Schnee- und Eismassen von den Bergen plötzlich herab in wärmere Luftschichten gleiten.

Dieser letztere Fall ereignete sich an der Nordseite des grossen Ararat am 20. Juni 1840. An diesem Tage wurde Armenien von einem heftigen Erdbeben heimgesucht, das vom Ararat ausging.

In wenigen Augenblicken wurden das am Abhange des Berges belegene Kloster des Heiligen Jacob, und das Dorf Archuri, sammt vielen Bewohnern, durch die vom Ararat herabrollenden Erd-, Stein- und Eismassen verschüttet. Ein Theil der Bevölkerung dieser Orte floh nach dem ersten Stosse auf die benachbarten Höhen, allein auch hier, wie in der ganzen Umgegend, öffneten sich breite Spalten im Boden, aus denen Wasser herausströmte und Gärten und Felder verwüstete, und den Fliehenden den Tod brachte. Nur wenige Zeugen dieser furchtbaren Katastrophe blieben am Leben.

Das von der Gipfelgegend herabgestürzte Eis fing an zu schmelzen, das Wasser vermengte sich mit dem herabgeglittenen Schuttboden zu einem Schlamme, der mit ungeheurer Schnelligkeit und Gewalt, über zehn Werst weit alles Land verwüstete und mit einer dicken Schicht bedeckte. Erst am 5. Juli versiegten die Schlammströme völlig.

Später ward der Schauplatz dieses grossartigen Ereignisses von Moritz Wagner und von Abich besucht und beschrieben. Keiner von ihnen erwähnt in seinen Berichten davon, dass diese gewaltigen Wasserstürze grosse Blöcke bis auf die Ebene, am Fusse des Ararat, hinausgewälzt hätten, sondern bis dahin gelangte nur der Schlamm. Die Blöcke aber blieben in der Schlucht liegen, in welcher jene beiden Orte gestanden hatten.

Untersuchen wir jetzt die Frage von den Eisschollen im Verein mit der von den Urgletschern, so haben wir den Blick ebenfalls zunächst auf die entsprechenden Erscheinungen der Jetztzeit zu wenden.

Die Eisflotten der Polarmeere sind längst bekannt. Im Atlantischen Ocean haben sie manchem Schiffe den Untergang gebracht und zu Anfang des 15. Jahrhunderts (1408) und später 1521, verhinderten grosse Eisflotten und Küsteneis dänische Schiffe bis Grönland zu gelangen, dessen Kolonieen durch gehinderte Verbindung mit dem Mutterlande Dänemark, allmählich in Verfall gerathen waren.

Elisabeth von Englaud liess ebenfalls Schiffe zur Wiederentdeckung Grönlands ausrüsten und schickte zu wiederholten Malen Frobisher dahin, aber die Expeditionen misslangen, man fand nur grosse Eiswälle zwischen Island und Grönland.

Und als Hans Egede im 18. Jahrhundert bei einem Versuche, Grönland wieder aufzufinden, an die Westküste verschlagen wurde, fand er hier nur Eskimos und Spuren normännischer Bewohnung.

Alle Versuche, die seitdem gemacht wurden, die Ostküste von der Westküste aus wieder aufzufinden, waren vergeblich wegen der Gletscherdecke, die das Innere Grönlands in dieser Gegend, kontinuirlich einzunehmen scheint.

Europäische und amerikanische Forscher haben uns später genauere Nachrichten über den Grönlandsgletscher gegeben, aus denen deutlich hervorgeht, dass hier nicht von einzelnen Firnfeldern und Gletschern die Rede ist, wie in der Schweiz und in Norwegen, sondern von einem wahren Eiskontinent, der einen grossen Theil des Plateaus Grönlands ganz und gar von einer Küste bis zur anderen zu bedecken scheint, und in welchem nur einige tiefere Thäler bis auf den felsigen Untergrund niedergehen, und aus welchem hie und da einzelne nackte Felsengipfel in den eisigen Luftkreis hinaufstarren mögen.

Man betrachte in Rink's trefflichen Werke: Grönland, geographisk og statistik beskrevet. (1857) die zweite, dritte und fünfte Tafel (pag. 11, 14 und 18) und man wird sehen, wie von diesem kontinentalen Gletscher, dessen Basis Kane unter dem 60° westlicher Länge, 80 engl. Meilen weit in einem einzigen, ununterbrochenen Abhange verfolgte, und dessen Dicke er zu 300 Fuss angiebt, einzelne Arme durch steilfallende Thäler bis an das Meer und in dieses hineinrücken, wo sie dann abbrechen und schwimmende Eisberge entsenden.

Dieselbe Erscheinung bietet Spitzbergen und ohne Zweifel auch das von Low entdeckte Wrangellsland, und der von James Ross entdeckte antarktische Kontinent dar.

Man werfe einen Blick auf das schöne Blatt pag. 232 des ersten Bandes von Ross: Voyage of discovery and research in the Southern and antarctic regions (London, 1847). — Es stellt eine perpendikuläre, 150 bis 300 Fuss hohe Eiswand dar, die sich unmittelbar aus dem Meere erhebt, und, wie Ross sagt, die Macht der Wellen, trotz deren Stärke, bricht (pag. 228).

Der obere, geradlinige, horizontale, von keiner Spalte durchsetzte Rand, war höher als die Mastbäume des Erebus und Terror, und man konnte über ihm nichts sehen als eine Reihe stattlicher Berge, die sich nach Süd bis 79° S. Breite erstreckten (pag. 217 u. 218). Nachdem Ross im Februar 1841, 100 Meilen an dieser Eiswand hingesegelt war, ohne schwimmende Eisberge anzutreffen, sah er, dass sie sich von seinem Standpunkte noch in unbestimmte Ferne nach WSW. erstreckte. Zugleich sah er sich hier von zahllosen, schwimmenden Eisblöcken umgeben, die, wie er sagt, offenbar Bruchstücke der Eiswand waren. Einer derselben trug einen grossen Felsblock.

Wenn die Gegenwart von Wanderblöcken in diesen Eisbergen es ausser Zweifel setzte, dass der antarktische Riesengletscher, dessen Dicke Ross auf mehr als 1000 Fuss schätzte, auf Felsgrund liegt, so könnnte man aus einem anderen Umstande folgern, dass sein, dem Meere zugewendeter, steiler Rand nicht auf solchem Grunde liege. Man fand nämlich beim Lothen, in nicht grosser Entfernung von ihm, 410 Faden Tiefe (pag. 222). Es sei denn, dass der felsige Untergrund unter dem Wasser so steil abfalle, dass sein Fuss jene Tiefen erreicht.

Ross konnte den Südpolkontinent leider nicht betreten, und diess bleibt späteren Versuchen aufbewahrt, aber wenn er auch nichts über die Bewegung der Eisdecke in der Richtung nach deren äusseren Rändern berichtet, wie Rink das unzweifelhaft an Grönlands Eiskalotte nachgewiesen hat, so dürfen wir ohne Bedenken auch am Südpolgletscher ein solches Vorrücken nach dem Meere annehmen.

Und so besitzt unsere Erde noch jetzt mindestens zwei kontinuirliche Eiskalotten, von denen die Grönländische so gross ist als der ganze Raum, auf welchem man im nördlichen Europa erratische Blöcke und Friktionsphänome findet — und die südliche fast doppelt so gross als Europa sein würde, vorausgesetzt, dass die Karten und Globen seine Ausdehnung annähernd genau angeben.

Könnten wir von Grönland und vom Südpolarlande die Eisdecke entfernen, so würden wir sie mit zerriebenem Gebirgsschutte bedeckt, und unter diesem einen geschliffenen und nach verschiedenen Richtungen geschrammten Felsboden finden.

Es entsteht nun die Frage, in welcher Menge und bis zu welchen Breiten die polaren Eisdecken und die Gletscher des südlichsten Amerika's und Spitzbergens und Skandinaviens ihre Eisflotten entsenden, und ob die Menge der Felstrümmer, die sie mitbringen, bedeutend ist.

Couthouy berichtet[1]) von einem 50 bis 70 Fuss hohen und 1200 Fuss langen Eisberge im Atlantischen Ocean, der 1827 auf der grossen Bank in 46° 20′ N. B. und 48° O. B. bei 80 bis 90 Brassen Tiefe strandete. Man sah ihn vorher umkippen.

Am 28. Juni 1841 sah man vom Schiffe Britannia unter 46° 55′ N. B. und 47° 50′ W. von Greenwich, einen Eisberg von 300 Fuss Höhe (Poggendorff. Annalen 1842, N. 4. pag. 639).

Im April 1841 begegnete das Schiff Gladiator, das glücklich in New-York ankam, unter 44° 30′ N. B. und 49° 30′ W. von Grnw. so vielem Eise, dass man vom Mastkorbe 55 grosse Eisberge zählen konnte, von denen einige 400 Fuss hoch waren. In der Ferne sah man noch höhere. (Poggend. ebendaselbst).

Der Great Western musste am 18. und 19. April 1841 SO. von der New-Foundlandsbank sich durch eine Eisflotte arbeiten, die mehr als 100 englische Meilen Ausdeh-

1) Biblioth. universelle de Genère N. 91. Août, 1843, pag. 125: Couthony: sur les glaces flottantes.

nung hatte. Einige Eisberge waren thurmartig, 70 bis 100 Fuss hoch. Man sah an 300 Eisberge herumschwimmen (Poggend. 1842. N. 4).

Am 24. Mai 1822 sah Couthouy (c. l.) in 42° 10′ N. B. und 48° 50′ O. v. Grnw. einen ungeheuren Eisberg schwimmen, von welchem Bäche ins Meer flossen, und in eben dem Jahre einen anderen, der bei New-Foundland bei 120 bis 130 Brassen Tiefe gestrandet war.

Am 27. April 1839 wurde im Golfstrom ein Eisberg von 100 Fuss Höhe und ¼ Meile Länge beobachtet.

In den Jahren 1822 bis 1827 verzeichnete Couthouy mehrere Eisberge im Atlantischen Ocean, zwischen 42° und 36° N. Br.

In den 30ger Jahren (Ritter in Poggend. Annalen 1842) traf das französische Schiff Les deux Louises, in der Mitte Decembers, auf einer Fahrt von Gibraltar nach Terceira, eine Eisinsel, auf deren Rücken man die Trümmer eines eingefrorenen, norwegischen Schiffes entdeckte.

Im Sommer 1818 kamen schwimmende Eisberge bis Cuba herab, 22° N. B. (Gilbert's Annalen, Band LXII. S. 146).

In hohen Breiten ist die Anzahl der schwimmenden Eisberge oft sehr gross.

Auf einer seiner vielen Reisen nach dem nördlichen Polarmeere, 1822, konnte Scoresby in 69° und 70° N. B. 500 solcher Berge zählen, die 100 bis 200 Fuss hoch waren und von denen etliche einen Umfang von einigen Tausend Fuss hatten.

Einige derselben waren so massenhaft mit Gebirgstrümmern von Diorit, Thonschiefer, Feldstein, Granit, Gneiss und Glimmerschiefer bedeckt, dass man das Gewicht dieses Schuttes zu 50,000 bis 100,000 Tonn anschlagen konnte. Offenbar waren es Eismassen, die sich vom Ende eines Gletschers abgelöst hatten.

Auch im südlichen Theile des Atlantischen Oceans sind oft schwimmende Eisberge gesehen worden. So berichtet Couthouy von mehreren, die man im November 1835 in der Nähe der Mündung des Rio de la Plata beobachtet hat.

Im Stillen Ocean sah Couthouy am 4. März 1841, auf einer Reise von Hawaï nach Boston einen Eisberg von 300 Fuss Höhe und ⅔ Meile Länge schwimmen. In einer Entfernung von ½ Meile konnte er deutlich grosse Felsblöcke in demselben bemerken, von denen einige eine Oberfläche von 20 Quadratfuss zu haben schienen. Der Eisberg drehte sich langsam um seine Axe, Couthouy meint daher, es könnte anfangs die Fläche, in welcher die Steine steckten, die untere gewesen, und durch Umkippen des Eisberges die obere geworden sein.

Dieser Eisberg wurde in 53° 20′ S. Br. und 104° 50′ W. L. angetroffen. Zwei Meilen von ihm fiel, bei starken Windstössen, Hagel auf das Schiff nieder.

Das Schiff «Siam», das am 24. Januar 1868 unter 55° 33′ S. Br. und 120° 20′ W. L. von Greenwich einen Eisberg passirte, segelte von da bis zum 30. Januar beständig zwischen Eisbergen und ungeheuren Massen von Flächeneis. Am 26. Januar zählte man 504

Eisberge, sämmtlich von bedeutender Grösse, einer von 6 Seemeilen Länge bei 808 Fuss Höhe über dem Meere. Das Schiff legte in diesen 7 Tagen 759 Seemeilen zurück, stets zwischen Eis, und passirte dabei mehr als 2000 Eisberge (Petermann's Mittheilungen, 1868, N. XII. pag. 470).

Wenn man sich nun denkt, dass solche Eisberge von der, in diesem Meere vorhandenen, nach NO. gerichteten Strömung, an die Patagonische oder an die Küste von Chili gebracht werden, und an derselben ihre Steinfracht abladen, und wenn man erwägt, dass diese Küste, wie Darvin gezeigt hat, wahrscheinlich noch jetzt im langsamen Emporsteigen begriffen ist, so erhält man eine genügende Anfklärung über das Vorkommen der Wanderblöcke auf hohen, dem Meere schon längst entstiegenen Landschaften, wie Skandinavien und das nördliche Russland.

Aber dessenungeachtet bleibt in unseren geschliffenen und geschrammten Landen, der Transport der Wanderblöcke durch Gletscher, keineswegs ausgeschlossen.

Unter den hier angeführten Beispielen wollen wir noch das Stranden der Eisberge auf der New-Foundlands-Bank besonders hervorheben, denn es erklärt auf eine sehr befriedigende Weise das allmähliche Anhäufen von Gebirgsschutt, weit von dessen ursprünglicher Lagerstätte, auf den Untiefen der Meere.

Man denke sich einen undulirten Meeresboden von geringer Tiefe und beladene Eisfelder, die an den Sätteln dieser Undulationen stranden, und man wird begreifen, wie Haufwerke von Detritus, ähnlich manchen, grossen, ungeschichteten Åsar entstehen konnten.

Nähmen wir zur Erklärung des Friktionsphänomens im russisch-skandinavischen Norden, auch die kolossalsten Eisflotten in einem Diluvialmeere an, so bleibt es, im Hinblick auf die sehr konstante, nordsüdliche Hauptrichtung der Schrammen unbegreiflich, warum die Eisberge stets in dieser Richtung getrieben wurden, und ihre Steineinschlüsse daher den Boden, über den sie glitten, immer nur in eben diesem Sinne ritzten.

Schwimmende Eismassen sind in ihrer Bewegung von den Winden und Strömungen abhängig, und ich kann mir nicht denken, dass der Wind Jahrtausende hindurch nur in der Richtung der Schrammen werde geblasen haben.

Und wie wäre es endlich zu erklären, dass, wie Böthlingk nachgewiesen hat, die Schrammen in Lappland und auf der Kolahalbinsel in gewissen Gegenden nach Osten und Norden gerichtet sind.

Es müssten ja, wenn wir bei den Eisflotten bleiben, die Winde und die Strömungen radial von jenem hochnordischen Centrum ausgegangen sein, was noch wunderbarer als das plötzliche Emporrücken des Kjölen wäre.

Ziehen wir alle in dieser Schrift mitgetheilten Thatsachen und Erörterungen in Betracht, so kommen wir zu der Folgerung, dass die verschiedenartigen Anhäufungen von erratischem Detritus und die Friktionsphänomene des Russischen Nordens, ihr Entstehen nicht Geröllfluthen, auch nicht scheuernden Eisschollen oder Gletschern allein, wie Letzteres in der Schweiz der Fall war, zu verdanken haben· — Es haben sich vielmehr an dem Entstehen dieser Erscheinungen sowohl Gletscher als Eisflotten und ausserdem noch der grosse Denudationsprozess betheiligt, dem der ganze betreffende Erdtheil während eines, nach der Gletscherzeit eingetretenen Sinkens unter den Meeresspiegel, und eines darauf folgenden, eben so langsamen Emporsteigens über denselben, ausgesetzt gewesen ist.

Demnach schliesse ich mich im Allgemeinen der Anschauung unserer skandinavischen Nachbarn, namentlich der Herren Kjerulf und Erdmann an.

Kjerulf, der seine interessante und lehrreiche Arbeit im Verein mit Prof. Sars bereits 1860 veröffentlichte[1]), ist auch der Ansicht, dass weder eine Seefströmsche Rollsteinfluth, noch scheuernde Eisschollen den Transport des erratischen Detritus und die Friktionsphänomene erklären, sondern, dass diese Erklärung nur in der Wirkung der Gletscher und, in Bezug auf den Transport der grossen, scharfkantigen Wanderblöcke, ebenfalls in der Wirkung schwimmender Eisschollen, und endlich auch in der Wirkung der atmosphärischen Wasser, ihre Erledigung findet.

Herr Kjerulf wies schon damals mit vollem Rechte auf Rink's Beobachtungen am Grönlandsgletscher hin, die er seiner Lehre von der skandinavischen Glacialperiode zum Grunde legt.

Die Vorgänge, die während der so, aber nur zum Theil richtig, genannten Diluvialzeit den Norden Russlands betroffen haben, lassen sich chronologisch etwa so ordnen.

1) Am Schlusse der Tertiärperiode[2]) ward Finnland und das nordwestliche Russland, gleichzeitig mit Skandinavien, von einer mächtigen Eisdecke überzogen, die ähnlich den heutigen Gletschern, eine Bewegung nach aussen, das heisst von der Centralgegend nach den Rändern hin, gehabt haben muss.

Diese Bewegung setzt voraus, dass der Untergrund der centralen Gegend höher war, als der die Ränder tragende Boden. Diese Eiskalotte erstreckte sich so weit, als man in Russland Felsenschliffe und Schrammen beobachtet.

---

1) Jagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation i en del af det sudlige Norge, af M. Sars og Th. Kjerulf. Christiania, 1860.

Deutsche Uebersetzung in der «Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft», Band 1860, pag. 389.

2) Man entschuldige diesen unbestimmten Ausdruck. Obgleich auch in Russland wohl kein Geolog mit Sicherheit wird angeben können, wo die Tertiärperiode aufhört und die Quartärzeit beginnt, so werden wir doch diese beiden Geologischen Zeiten unterscheiden müssen.

In Skandinavien sind die Berge bis in 5000 Fuss Höhe polirt und geschrammt[1]). In Finnland und im Olonezer Lande giebt es keine Höhen über 1200 Fuss, und fehlt also eine Hauptbedingung zu der Möglichkeit einer Gletscherbewegung bis an die südliche Grenze der erratischen Blöcke.

Obgleich ich der Ueberzeugung bin, dass die gleitende Eisdecke bedeutende Massen von dem felsigen Untergrunde abgescheuert, und diesen allmählich erniedrigt hat, so bin ich doch weit entfernt, mit Kämtz[1]) anzunehmen, dass Finnlands Berge einen Reibungsverlust von 10,000 Fuss könnten erlitten haben, oder mit anderen Worten, dass sie früher eine absolute Höhe von 10,000 Fuss, und also die volle Möglichkeit hatten, ihre Eisdecke weithin gleiten und den Detritus verbreiten zu lassen.

Die bedeutende absolute Höhe Finnlands, welche das Europäische Russland zur Glacialzeit weit überragte, bleibt unerklärt.

Welchem in Finnland und im Olonezer Gebiete reisenden Geologen wäre es nicht aufgefallen, dass die vielen Tausende von Seen und Thälern grösstentheils unter sich und zugleich der Normalrichtung der Schrammen von NNW.—SSO. parallel sind. Fügt man noch hinzu, dass die felsigen Ufer dieser Seen bis unter den Wasserspiegel, also wahrscheinlich auch der Boden geschliffen und geschrammt sind, und dass man das Reibungsprodukt der Eisdecke in der Gestalt eines feinen, grauen und braunen, feinblättrigen Thones in den Thälern und Seen findet — so kann man sich der Vermuthung nicht erwehren, dass diese Seen nichts Anderes, als durch Urgletscher in den Felsboden hineingeschliffene, flache Schalen sind.

Das Kärtchen *Fig. 48* stellt die Halbinsel Saoneshje dar. Sie kann als Typus dieser Erscheinung dienen. Alle ihre Seen, die nach Tausenden gezählt werden, und ihre Buchten, Inseln und Halbinseln streichen, nahezu parallel unter einander von NNW.—SSO., und die ganze Halbinsel ist fast durchweg polirt und geschrammt, eine wahre roche moutonnée. Die kleinen Seen sind nicht angegeben. Es genüge zu sagen, dass sich auf dem Isthmus zwischen der Swätuchabucht und dem Putkosee mehrere Hundert seichte Seen, in sehr verschiedener Höhe befinden, von 70 bis 80, bis 400 und 500 Fuss über dem Wasserspiegel des Putko.

Da bekanntlich grosse Blöcke immer auf der Oberfläche der Gletscher bleiben, wo sich ein Eisfuss unter ihnen bildet (Gletschertische), so können sie an der Ritzung des Untergrundes keinen Theil genommen haben, wie das schon Kjerulf aus anderen Gründen folgerte. Das Poliren und Ritzen vollbrachten die Untermoränen, und wie es an den heutigen Gletschern geschieht, dass die von ihnen erzeugten Schrammen sich an ein und derselben Stelle bisweilen unter bedeutenden Winkeln durchschneiden, so konnte es auch an den Glet-

---

1) Kjerulf citato loco.

2) Bemerkungen über die Ursache der früheren, grösseren Ausdehnung der Gletscher in den Alpen und in Skandinavien von Kämtz. (In den Mittheilungen der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien. 11. Jahrgang, 1858. pag. 241.

schern der Glacialperiode geschehen. Die Schrammen, die wir auf den Schliffflächen unseres Nordens sehen, sind die zuletzt eingekratzten. Unzählige andere gingen ihnen voraus, wurden aber mit der Schicht, auf der sie sich befanden, abgerieben.

2) Da geschrammte Schliffflächen auch auf den Kalksteinen Estlands und Ingermannlands angetroffen werden, und da sie ohne Zweifel gleichzeitiger Entstehung mit den Schrammen Finnlands sind, so ist man genöthigt anzunehmen, dass der Finnische Meerbusen zur Glacialzeit noch nicht existirte. Die Eisdecke glitt ohne Hinderniss über diesen Raum hin.

3) Wie die jetzigen Gletscher der Schweiz die schwachen Reste der verschwundenen grossen Eisdecke sind, so die Gletscher des Skandinavischen Hochgebirges die Ueberbleibsel jener ungeheuren Vereisung, deren Spuren noch über 200 Meilen südlich und südöstlich vom Kjölen zu bemerken sind. Hier wie dort werden sie anfangs von der hohen Centralgegend oder dem ersten Ansatzpunkte, sich allmählich nach aussen in die niedrigeren Gegenden verbreitet, und sodann sich eben so allmählich in der entgegengesetzten Richtung bis an die jetzigen Grenzen zurückgezogen haben.

4) Dieser Rückzug war mit einem allmählichen Sinken des Landes verbunden. (In Skandinavien 600 Fuss tief. Kjerulf c. l.), wobei die Ränder der Eiskalotte abbrachen, und die so entstehenden Eisflotten, die in und auf ihnen liegenden Schuttmasen verbreiteten. Die Moränen verloren dabei ihre ursprüngliche Gestalt und lieferten das Material zu groben und feinen, geschichteten, weil aus Wasser niedergeschlagenen Schuttlagern. Diese nennen wir Diluvialmassen, und ihre Gesteinstrümmer sind stets abgerundet, weil sie lange Zeit der Wirkung bewegten Wassers, am Strande der Meere und Binnenwasser ausgesetzt waren. Ausserdem lieferte auch der abgeriebene, oder, wenn er weich war, aufgelockerte Untergrund seinen reichlichen Antheil zur Bildung des Diluviums. Wir sahen oben Beispiele, wo der Untergrund dem Diluvio sogar seine Farbe mitgetheilt hatte.

Es bleibt unerklärt, weshalb man bisher in den Diluvien Russlands keine Meeresmuscheln gefunden hat, wie sie doch in dem Meeresthon Skandinaviens und sogar in den Åsar vorkommen.

Möglicherweise könnten sie bei uns noch gefunden werden, da unsere Diluvien noch so wenig untersucht worden sind.

Erweist es sich mit der Zeit, dass sie wirklich fehlen, darf man da annehmen, dass sie sämmtlich durch die, von den Wogen bewegten Rollsteine zertrümmert und zerrieben wurden?

Diese Annahme scheint nicht hinlänglich begründet zu sein.

Von den wenigen Orten in Estland, an denen man Schalen jetzt lebender Meeresmuscheln in bedeutender Höhe und Entfernung vom heutigen Strande gefunden hat, war schon oben die Rede.

In Finnland und im Olonezer Gebiete und auf dem ganzen übrigen erratischen Ter-

rain Russlands, ist mir keine einzige Stelle bekannt, die dergleichen Reste aufzuweisen hätte.

Desto häufiger aber treten sie im äussersten Nordosten Russlands, aber hier schon ausserhalb des Verbreitungskreises der Wanderblöcke auf, an der unteren Dwina, wo sie bei Ustwaga zuerst von Keyserling und Verneuil, und im Petschoralande, wo sie von Keyserling aufgefunden wurden.

Später hat auch Barbot de Marny sie an der unteren Dwina beobachtet, wo sie in einem, von Sand und Wanderblöcken bedeckten Thone liegen. Fügt man hinzu, dass Middendorff und nach ihm Fr. Schmidt, im Norden Sibiriens ähnliche Muschellager bis in eine Entfernung von mehreren Hundert Werst nach Süden von der Küste des Eismeeres gesehen haben — so ergiebt sich daraus, dass der ganze Länderraum, von der Dwina bis über den Jenissei hinaus und wahrscheinlich noch weiter nach Osten — in einer, erst unlängst verflossenen Periode — vom Meere bedeckt war.

Der Ural hat diese Wasserbedeckung offenbar nicht erfahren, denn ihm sind diese Muschellager fremd; er wird zu jener Zeit, wie Kamtschatka noch gegenwärtig, eine lange, in den Ocean vorspringende Halbinsel gebildet haben.

Der Ural scheint aber auch nie vergletschert gewesen zu sein. Von den vielen Geologen, die ihn bereist und beschrieben haben, hat kein einziger auf seinen Felsen Friktionsphänomene, Moränen oder Wanderblöcke gesehen. Auch fehlen auf ihm die Åsar.

5) Nachdem das Versinken des Landes sein Maximum erreicht hatte, stieg es wieder allmählich unter seiner Wasserbedeckung hervor. Beim Versinken sowohl als bei dem darauffolgenden Auftauchen, wurden die diluvialen Schuttmassen, wie noch heutzutage, von der Brandung und den atmosphärischen Wassern vielfach angegriffen, benagt, aufbereitet, und erhielten ihre gegenwärtige Oberflächenbeschaffenheit. Es entstanden zwei, ihrer Bildungsweise nach verschiedene Arten von Åsar: Erosionsåsar und Strandungsåsar, wie das oben besprochen wurde. Die ersteren sind immer geschichtet, die letzteren sind es nicht.

In dieser Periode mag der Finnische Meerbusen, durch das Abbrechen unterwaschener Silurschichten entstanden sein, wobei aller Gesteinsschutt, der das verschwundene Kalksteinplateau bedeckte, in das Meer versenkt ward.

Das Zurückschreiten des Südufers hat auch gegenwärtig noch nicht ganz aufgehört, z. B. bei Baltischport und Fall.

Schwimmende Eisblöcke waren in beiden Perioden bei dem Transporte der Wanderblöcke thätig, und gingen von den Rändern der grossen Gletscher aus, welche sich auf den nicht versunkenen Landestheilen Finnlands und Skandinaviens erhalten hatten und erst später ganz verschwanden, oder bis zu ihrer gegenwärtigen Ausdehnung einschrumpften. Auch Küsteneis und Grundeis, wenn letzteres, wie man neuerdings behauptet hat, sich wirklich in so beträchtlichen Massen bildet, konnten sich, unter Umständen, an dem Transport der Blöcke betheiligen.

Wenn die Senkung in Finnland und im nördlichen Russland nicht beträchtlicher als in Skandinavien war, so müssen auch bei uns alle, über 600 Fuss absoluter Höhe habenden Berge und Plateaus vom Meere unbedeckt geblieben sein.

Wenn aber diess wirklich der Fall war, so müssen sich in diesen trocken gebliebenen Gegenden, z. B. im nördlichsten Finnland und im Lappländischen, über 1000 Fuss hohen Gebirge, wirkliche Moränen vorfinden, wie sie in Skandinavien vorkommen.

6) Die Flüsse, die atmosphärischen Wasser und die brandenden Wellen des Meeres und die Seen vollführen, wie in früherer, so noch in gegenwärtiger Zeit an den Diluvialmassen einen grossen, mechanischen Zerlegungsprozess aus, vermöge dessen diese Massen in ähnlicher Weise wie auf einem Waschherde, aufbereitet werden. Die gröberen Theile, Wanderblöcke und grober Grus, bleiben an ihrem Orte liegen, der feine Grus, Sand und Lehm, in den sie eingehüllt sind, wird allmählich fort und in die benachbarten Niederungen getragen.

Dieser langsame, aber alljährlich sich wiederholende Prozess ist von wesentlichem Einflusse auf die allmähliche Veränderung der Oberflächengestalt.

Anhang.

Nachdem das Vorstehende bereits gedruckt war, erhielt ich die hier folgenden Mittheilungen über grosse Wanderblöcke im nördlichen Estland und über ein in das fünfte Kapitel meiner Schrift gehörende Ereigniss.

Dem Landrath Baron Pahlen von Palms, der sich mit grosser Vorliebe mit Geologie beschäftigt, verdanke ich genaue Angaben über mehrere, durch ihre Grösse ausgezeichnete Granitblöcke, die er im nördlichen Estland gemessen und abgebildet und von denen er mir Gesteinsproben übersendet hat.

1) Bei dem Gute Palms, ein Block röthlichgrauen, feinkörnigen Granits, 18 Fuss hoch, 77 Fuss im Umfange, von rundlicher Gestalt. Er liegt auf hartem Flies (silur. Kalkstein) und wird Wahha-Kiwwi genannt.

2) Auf dem Gute Kolk Kända, im Dorfe Tammist, im Tomarahwa Koppel, ein Block von Rappakiwwi, der Suur Kiwwi genannt wird, 25½ Fuss hoch, 15 Fuss breit, ist in vertikaler Richtung in drei Theile zerspalten, die aber nahe bei einander liegen, so dass die Gestalt des Blockes fast gar keine Veränderung erlitten hat. Er ist 3 bis 4 Fuss tief in Sand eingesunken, so dass seine Gesammthöhe 29 Fuss beträgt.

3) Auf dem Gute Kolk-Kända, im Dorfe Kassispae, bei dem Gesinde Joandoma, ein ebenfalls Suur Kiwwi (d h. der grosse Stein) genannter Block von Rappakiwwi, dessen Höhe 31½ Fuss beträgt, von denen 4 bis 5 Fuss sich unter der Erdoberfläche im Sande befinden. Er ist in vertikaler Richtung in zwei ungleiche Hälften gespalten, von denen die kleinere, an der Grundfläche 54 Fuss, die grössere 82 Fuss im Umfange misst.

4) Auf dem Gute Saggat, auf dem Heuschlage des Gesindes Natori, ein Rappakiwwiblock, Namens Oja-Suur-Kiwwi, von 25 Fuss Höhe, von denen 4 bis 5 Fuss in der, aus Sand bestehenden Unterlage stecken. Seine Grundfläche hat 105 Fuss im Umfange.

Alle diese Blöcke sind, mit Ausnahme des ersten, ziemlich scharfkantig und liegen 45 bis 70 Werst östlich von Reval und 6 bis 10 Werst südlich vom Ufer des Finnischen Meerbusens, auf der Höhe des Glintplateaus. Ihre Dimensionen kommen denen der grössten Wanderblöcke Finnlands gleich.

Die zweite Mittheilung verdanke ich dem Herrn Präsidenten unserer Akademie, Grafen Lütke, der sie von dem Besitzer des Majorats Kukkers in Estland, Baron Toll erhielt. Ich entnehme die nachfolgenden Angaben einer kleinen, in Reval unter dem Titel: «Die Eiswälle in der Revalschen Bucht» erschienenen Schrift (1869).

In einer stürmischen Nacht vom 2. auf den 3. Februar alten Styls 1869, wurden grosse Eisfelder aus der Revaler Bucht an deren Südufer gedrängt, und auf dieses mit grosser Gewalt hinaufgeschoben. Die Kunde von diesem Ereignisse erhielt man in Reval erst nach acht Tagen, so dass die Eiswälle erst am 13. und 14. Februar genauer untersucht werden konnten. Bis dahin war weder Thauwetter noch Schneefall eingetreten und man durfte daher annehmen, dass die Eismassen keine wesentlichen Veränderungen erlitten hatten.

Die Revaler Bucht fand man bei der vorgenommenen Untersuchung mit festem Eise bedeckt.

Oestlich von Reval, über Katharinenthal bis zur Mündung des Kosch-Baches, war am Strande ein Eiswall aufgeschüttet; eine halbe bis dreiviertel Werst von diesem Walle erhob sich auf dem Eise des Meeres; ein zweiter, höherer, dem Ufer paralleler Eiswall, der sich im Bogen bis über die Gegend des St. Brigittenklosters ausdehnte. Einige Werst weiter seewärts, auf der Rhede, war ein dritter Wall zu sehen. Am Ufer waren die einen halben bis einen Fuss dicken Eisfelder unzertrümmert auf den Strand geschoben, wenn dieser flach war. An steileren Stellen hatten sich 15 bis 18 Fuss hohe, oft auch niedrigere Wälle aus zertrümmertem Eise gebildet, und an der steilen Wand des Glints, am Fusse des Stritberges fand man einige Eisplatten senkrecht aufgerichtet. Dicht an der nach der Zuckerfabrik führenden Strasse, lagen auf einem 15 Fuss hohen Eisschollenwalle, zwei Granitblöcke von 4½ Fuss Durchmesser. Ihre untere Fläche erhob sich 7 Fuss über dem Boden und 3 Fuss über der Meeresfläche. Herr Petzhold in Reval bildete diese Blöcke mit dem sie tragenden Eiswalle nach der Natur ab (*Fig. 49. Taf. 10*).

Die eine halbe Werst vom Ufer, auf der See emporstarrenden Eiswälle waren viel

bedeutender als die zuerst erwähnten. Ihre Basis mochte 30 bis 40 Fuss und mehr Breite haben, ihre Höhe betrug 15 bis 20, 30 und an der Wiemsschen Landspitze sogar bis 40 Fuss, und zwar wollte man bemerken, dass die niedrigsten Stellen über dem tiefsten Wasser, die höchsten, die östlich von Reval lagen, auf seichten Stellen sich befanden.

Die Richtung dieses zweiten Walles folgte bis zum Kosch-Bache der äusseren Grenzlinie einer Masse von Wanderblöcken, die im Sommer, am Fusse des Stritberges, aus dem Meere hervorragen.

Hie und da sahen aus dem Haufwerke dieses Eiswalles Granitblöcke hervor, die zum Theil bedeutend grösser als die beiden oben erwähnten waren. Man konnte sie nicht messen, weil sie dazu nicht genügend entblösst waren. Allein den Durchmesser eines derselben schätzte man auf 7 Fuss. Ihre Basis erhob sich nur 4 bis 5, höchstens 6 Fuss über die benachbarte Eisfläche. Die Dicke der Eisschollen betrug hier überall nur $^1/_2$ Fuss, und die Granitblöcke lagen auch hier auf dem südlichen Abhange des Eiskammes.

Der gedruckte Bericht über diese Beobachtungen bemerkt sehr richtig, dass das Eis zu dünn war, um die Blöcke umschliessen und so mit sich forttragen zu können. Die Eisfelder werden sie vielmehr vor sich hergeschoben und gerollt haben. Einer der Blöcke war von Seeschlamm und Sand bedeckt, ein Beweis, dass er unter dem Wasser gelegen hatte.

Beobachtungen über die Richtung der Schrammen in einigen Gegenden Finnlands und des Olonezer Gebietes.

Beobachtungen von W. Böthlingk auf einer Reise von St. Petersburg über Finnland nach Lappmarken. 1839.

Ort.	Gestein.	Richtung.	Freiberger Compass. hora
5 Werst von der Station Pytterlaks	—	NW.	11
Grönwiek	—	NW.	$10^3/_8$
10 Werst von Lovisa	—	NW.	11
Forsby. Sehr feine Schrammen	—	NW.	$10^5/_8$
9. Werst von Forsby nach Ilby	—	NW.	$10^5/_8$
6. Werst von Ilby nach Borgå	—	NW.	$10^1/_4$
Borgå	—	NW.	$10^5/_8$
10. Werst von Wäckkoski nach Sibbo	—	NW.	10
8. Werst von Sibbo nach Henriekdal	—	NW.	11
10 Werst von Henriekdal nach Helsingfors	—	NW.	$11^1/_2$
Helsingfors durchschnittlich	—	NW.	$10^5/_8$
Station Gran von Helsingfors nach Åbo	—	NW.	$10^3/_4$
Finns	—	NW.	11
Ofverby	—	NW.	$10^1/_2$
Porkala	—	NW.	$11, 11^1/_4$
Nördlich von Skafwaböhla	—	NW.	$10^3/_8$
Bei Träskända	—	NW.	$10^1/_2$
Zwischen Okers und Kaukalambi	—	NW.	$10^1/_2$
Gegend von Martilä	—	NW.	$9^3/_4$
Gegend von Manskiwi	—	NW.	$10^1/_4$
Zwischen Walkiala und Punkois	—	NW.	$11^1/_6$
Nördlich von Punkois	—	NW.	$10^5/_8$
Gegend von Seppala	Granit. Rappakiwi.	NW.	$10^3/_8$
Juokalaks	—	NW.	$10^3/_{16}$
Zwischen Juokalaks und Korpilaks	—	NW.	$10^3/_4$

Ort.	Gestein.	Richtung.	Freiberger Compass hora
Gegend von Korpilaks an 3 Stellen	—	NW.	$10^{3}/_{4}$
Zwischen Lindulaks und Möttenen	—	NW.	$10^{1}/_{8}$
Möttonen	—	NW.	9
Zwischen Möttonen und Sahibacka	—	NW.	10
3 Werst südlich v. G. Karleby, rechts am Wege eine Felsplatte	—	NW.	$10^{3}/_{4}$
7 Werst nördl. von Gamba Karleley	Gneiss.	NW.	$10^{5}/_{8}$
Peitzo	—	NW.	$10^{7}/_{8}$
4 Werst nördl. von Kyrölä, links vom Wege	—	NW.	$11^{3}/_{4}$
6 Werst nördl. von Kyrölä, rechts vom Wege	—	NW.	$10^{5}/_{8}$
11 Werst nördl. von Kyrölä	—	NW.	$10^{3}/_{4}$
11. Werst von Ronkala nach Antilla	—	NW.	$10^{5}/_{8}$
9. Werst hinter Antilla	—	NW.	$10^{5}/_{8}$
Auf der 8. Werst hinter Manniken erscheinen die Schrammen in 3 Richtungen, von denen die ältesten die Felsen modificirten, die mittleren weniger und die jüngsten am wenigsten	—	NW.	—
Die ältesten streichen	—	NW.	9
Die mittleren	—	NW.	$10^{3}/_{4}$
Die jüngsten	—	NW.	$11^{3}/_{4}$
Auch bei der Station Karja-luoto durchkreuzen sich die Schrammen in 3 Richtungen	—	—	—
Die ältesten, die den Felsen sehr verändert haben.	—	NW.	$7^{1}/_{4}$–$7^{1}/_{2}$
Die mittleren, die den Felsen weniger veränderten	—	NW.	$8^{1}/_{4}$
Die jüngsten, am wenigsten häufig, aber tief	—	NW.	12, $11^{3}/_{4}$ u. $11^{1}/_{2}$
Luoto, Gastgeberei bei Pyhajocki	—	NW.	$7^{3}/_{4}$
Bei der Kirche von Pyhajocki	—	NW.	$7^{3}/_{4}$ u. 8
Auf der 14. Werst hinter Hivala	—	NW.	$7^{3}/_{4}$
Auf der 6. Werst hinter Vuornos	—	NW.	$9^{1}/_{2}$
8 Werst hinter Posti, nach Kemi	—	NW.	$11^{3}/_{4}$
Torneo, dicht bei dem russischen Grenzposten, links am Wege, Schrammen in zwei Richtungen	—	—	—
Die älteren, die den Felsen stärker modificirten	—	NW.	$8^{1}/_{2}$
Die jüngeren			$9^{1}/_{2}$
Auf der Insel Björkö bei Torneo, vor des Pastors Wohnung, am Wasser	—	NW.	
Einige Schrammen ebendaselbst	—	NW.	$8^{5}/_{8}$
Bei der Kirche zu Haaparanda	—		8
Auf der 5. Werst von Anundi und 15 Werst von Rautiola bei Kemi	Syenit.	NW.	$8^{3}/_{4}$
		NW.	10

Ort.	Gestein.	Richtnng.	Freiberger Compass hora
Auf der 6. Werst von Anundi, 14 von Rautiola	Quarzfels.	NW.	$9^1/_8$, $11^1/_2$, $11^3/_4$
Herva bei Kemi, zwei Richtungen	Hornblende-schiefer.	NW.	$10^1/_4$ $11^3/_8$
Wanka, unterhalb der Stromschnellen, am rechten Ufer	—	NW.	$11^1/_2$
Wanka, bei der oberen Stromschnelle, Schrammen in 2 Richtungen. Die älteren	—	NW.	9
Die jüngeren	—	NO.	$12^1/_4$
Raapana, zwei Richtungen	—	NW.	9
Bei Rautio	Hornblende-schiefer.	NO.	$12^1/_2$
		NW.	$7^3/_4$
	—	NW.	$10^1/_2$
Rautio Insel	—	NW.	$7^3/_4$
Oberhalb Anttila, Klippe im Elfstrome	—	NW.	$7^1/_2$
Auf dem Kauhiavara, in einer Höhe von 600 bis 700 Fuss über dem Kemielf, auf der höchsten Spitze der Felsen	—	NW.	8
Bei der Stromschnelle Kamenucha an der Tuloma, 20 Werst von Kola, linkes Ufer	Hornblende-gestein und Gneiss.	NW. NO.	$5^3/_4$
Linkes Ufer der Tuloma, an ihrer Mündung, der Stadt Kola gerade gegenüber, am Fusse eines, gegen 300 Fuss hohen, gegen NW. h. 8 liegenden, steilen Gehänges	—	NO.	$4^3/_4$
Insel Medwenskoi, 40 Werst von Kola	—	NO.	$1^1/_4$
Insel Gowanskoi, neben der I. Olenei	—	NO.	$2^1/_4$
Ostrowa	—	NO.	$2^1/_4$
Gegenüber der Insel Maloi Lainoi	—	NO.	$4^1/_2$
Tschornaia Pachta	—	NO.	$1^3/_4$
Petschenskoi Pogost, in Maloie Nemezkoje Stanowischtsche	—	NO.	$1^1/_2$
Krugloi Nawolok	—	NO.	$1^1/_4$
Stolbowoie Stanowischtsche	—	NO.	$1^1/_2$
Warjema, an der schwedischen Grenze, 3 Werst westlich von Stolbowoie, 2 Richtungen	—	NO. NW.	$12^1/_2$ $11^1/_2$
Weres, am Warangerfjord, ältere Schrammen	—	NO.	5
Jüngere	—	NW.	7
Inselchen, nördlich von Schalim	—	NO.	$3^1/_2$
Am westlichen Rande der Landenge vor Kl. Motka, am Fusse der 500 bis 700 Fuss hohen Granitberge, ältere Schrammen	—	NO.	1
Jüngere	—	NW.	$11^1/_2$

Ort.	Gestein.	Richtung.	Freiberger Compass hora
Am östlichen Rande derselben Landenge	—	NO.	4½
Sommerwohnung der Lappen in Kitopskoi	—	NO.	2
Schrammen am nordöstlichen Ufer der grossen Mattowerbucht	—	NW.	10 u. 11
Gegenüber Kildin auf dem Gehänge des Berges	—	NO.	2
Am Ufer der Meerenge bei Kildin	—	O.	6
Gawrilowskaia Gawan, an mehreren Stellen bis zur Woronje	—	NO.	2
Zwischen Schubin und Baryschicha	—	NO.	4
Oestlich von Baryschicha	—	NO.	2¼
Der Insel Charlow gegenüber auf dem Festlande	—	NO.	2¾
Karabelnoi, auf den einige 100 Fuss hohen Bergen	—	NO.	3¼
Krugloie	—	NO.	2
Berdin Noss	—	NO.	4¼
Auf den Lumbow-Inseln	—	NO.	4
Auf den Inseln Goräinow	—	NO. NW. NO.	12⅞ 11½ 2¼
Sosnowez	—	NO.	2½
Pulonga, an der Mündung	—	NO.	4
Strelna, ältere Schrammen	—	SW.	2
Die jüngeren	—	NO.	5
Tschawanga	—	SO.	6½
Turii	—	SO.	8
Bei Scharapow	—	NO.	4½
Gridina	—	NO.	4
18 Werst vor Kalgalakscha	—	NO.	3½
8 Werst vor Kalgalakscha	—	NO.	3¾
Insel Feres, an der Mündung der Kalgalakscha	—	NO.	4¾
Ponjga Nawolok	Hornblendeschiefer.	SO. NO.	7 5
Insel bei Studenskoi Nawolok	—	SO.	8½
Bei der Stadt Kem	—	SO.	8¾
Auf der rechten Seite der Kem-Bucht, bei der Kapelle	—	SO.	8½

Beobachtungen von Helmersen, in Finnland und im Olonezer Gebiete, in den Jahren 1856, 1857, 1858 und 1859.

Ort.	Gestein.	Richtung.	Hora.
Kleine Insel bei Suissari am nördlichen Ufer des Onega	Diorit.	NW.—SO. N.—S. NO.—SW.	10 12 2
Am Flüsschen Ustreka bei dem Dorfe gleiches Namens, nördlich von Wögoruksa	Thonschiefer.	NW.—SO.	9
Dorf Senogubskoi	Diorit.	NW.—SO.	$10^1/_2$
Dorf Tolwuja, am Onega	Amphibolit.	NW.—SO.	9 u. 11
Kloster Paleostrow im Onega	Amphibolit.	NW.—SO.	10
Am Ostufer der Swätuchabucht bei Käpetschi	Diorit.	NW.—SO.	11
Dejanowa Gora	Diorit.	NW.—SO.	9
Am See Turastom in der Saoneshje	Thonschiefer.	NW.—SO. NW.—SO.	9 7
Am Ostufer der Tschorgabucht	Diorit.	NW.—SO.	9—10
In der Gegend von Perguba, am Nertnawolok	Epidosit.	NW.—SO.	10—11
Krestnawolok, unweit Perguba	Epidosit.	NW.—SO.	9—10
Gegend von Käppeselga	Amphibolit.	NW.—SO.	10—11
Insel Lurin bei Lishma	Diorit.	NW.—SO.	10
Dorf Tochobina	Granit.	NW.—SO.	10
Gegend von Ostretschje, nördl. vom Onega	Diorit.	NW.—SO.	—
12 Werst nördl. von Tschobina	Epidosit.	NW.—SO.	11
Berg Waranotscha	Epidosit.	NW.—SO.	$9^1/_2$
Gegend von Padanskoi	Quarzit.	NW.—SO.	10—11
Dorf Lachta bei Bogojawlenskoi am Segsee	Epidosit.	NW.—SO.	11
Bogojawlenskoi am Segsee	Quarzit.	NW.—SO.	$11^1/_2$
Bei Padanskoi am Segsee	Epidosit.	NW.—SO.	10
Am Pergosee	Quarzit.	NW.—SO.	8
Bei Soldosero	Quarzit.	NW.—SO.	11
Cap Matkanjemi auf einer kleinen Insel bei Lytschnoi, im Sandalsee	Diorit.	NW.—SO.	9 u. $9^1/_2$
Insel Lytschnoi im Sandalsee	Diorit.	NW.—SO.	11
Bessow Noss am Ostufer des Onega	Granit.	NW.—SO.	9

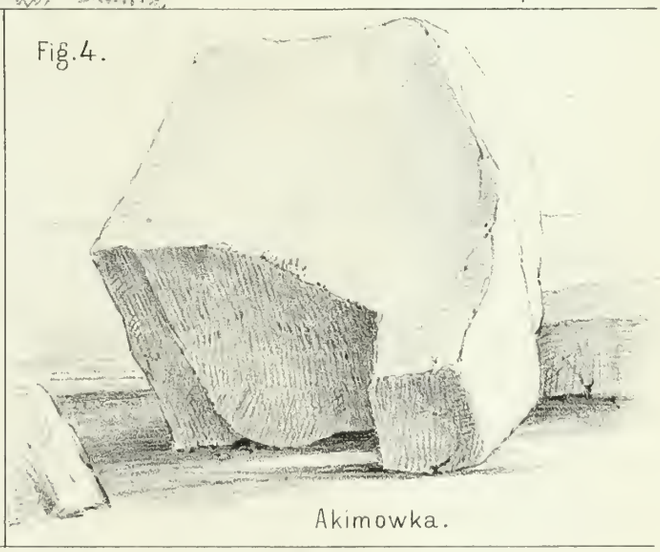
Ort.	Gestein.	Richtung.	Hora.
Nordseite von Bessow Noss	Granit.	NW.—SO.	$7\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$
10 Werst nördlich von Schalskoi Pogost	Diorit.	NW.—SO.	9 u. 10
In der Gegend von Kidela, am Nordufer des Ladogasees	Gneiss.	NW.—SO.	$10\frac{1}{2}$
Bei Kidela	Glimmerschiefer.	NO.—SW.	1
		NW.—SO.	11
Bei Imbilaks am Nordufer des Ladoga	Gneiss.	NW.—SO.	10 u. $10\frac{1}{2}$
1 Werst von Imbilaks	Glimmerschief.	NO.—SW.	1
Insel Korp-Ssari bei Kronoborg	—	N.—S.	12 und
		NW.—SO.	$11\frac{1}{2}$ $9\frac{1}{2}$
		NW.—SO.	10 und
		NW.—SO.	11
Gegend von Niskopjetila in Finnland (zwischen Wilmanstrand und Sitola)	Gneiss.	NW.—SO.	$9\frac{1}{2}$
Bei Nyslott am Saimasee	Gneiss.	NW.—SO.	$9\frac{1}{2}$
Schären in der Gegend von Bjorkö im Finnischen Meerbusen	Granit.	NW.—SO-	10 u. $10\frac{1}{2}$
Bei Wiborg in Finnland	Granit.	NW.—SO.	$10\frac{1}{2}$
Friedrichshamn in Finnland	Granit.	N.—S.	12
Högfers in Finnland	Granit.	NO.—SW.	1
Helsingfors	Granit und Gneiss.	NW.—SO.	11

Fig.1.

Granitdom in Monrepos.

Fig.2. Granitdom bei Schalskoi.

Fig.4.



Akimowka.

Fig.3. Michailowez.

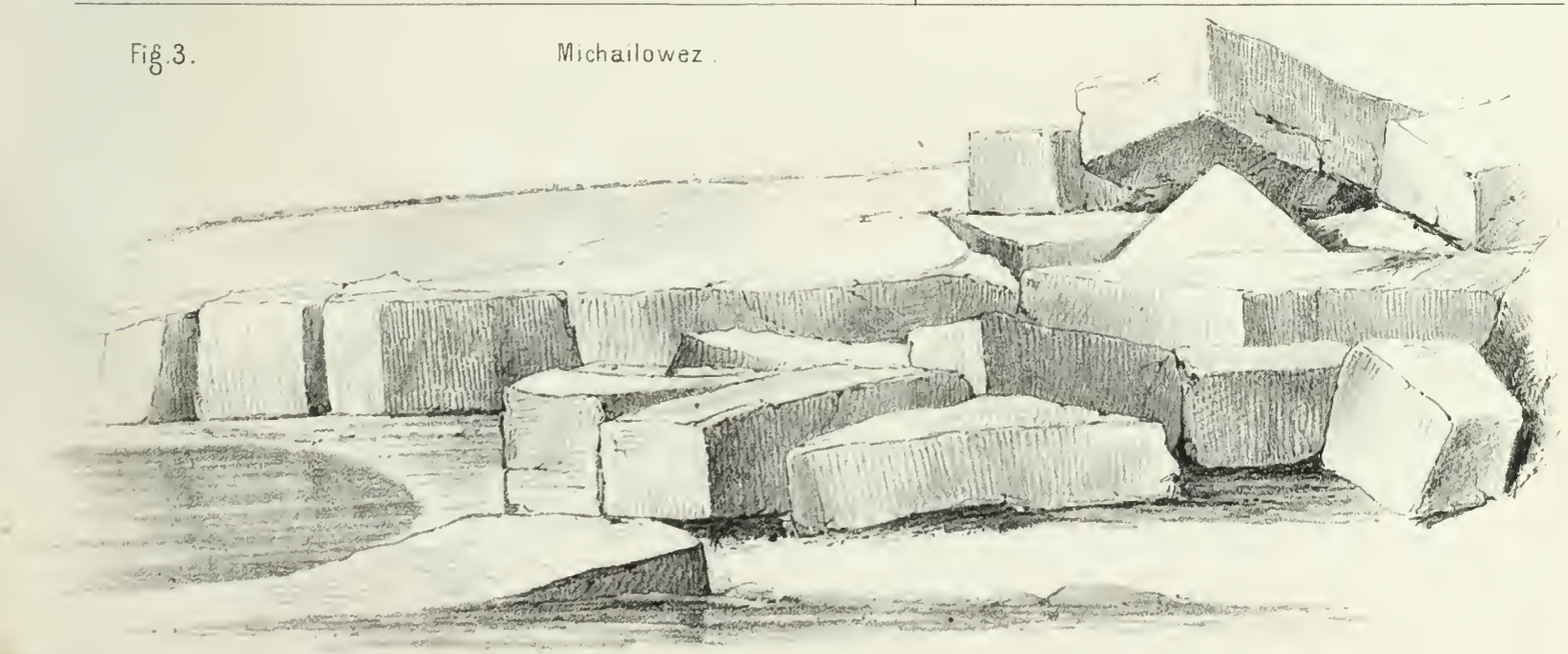


Fig. 5. Zuckerhut bei Wiborg.

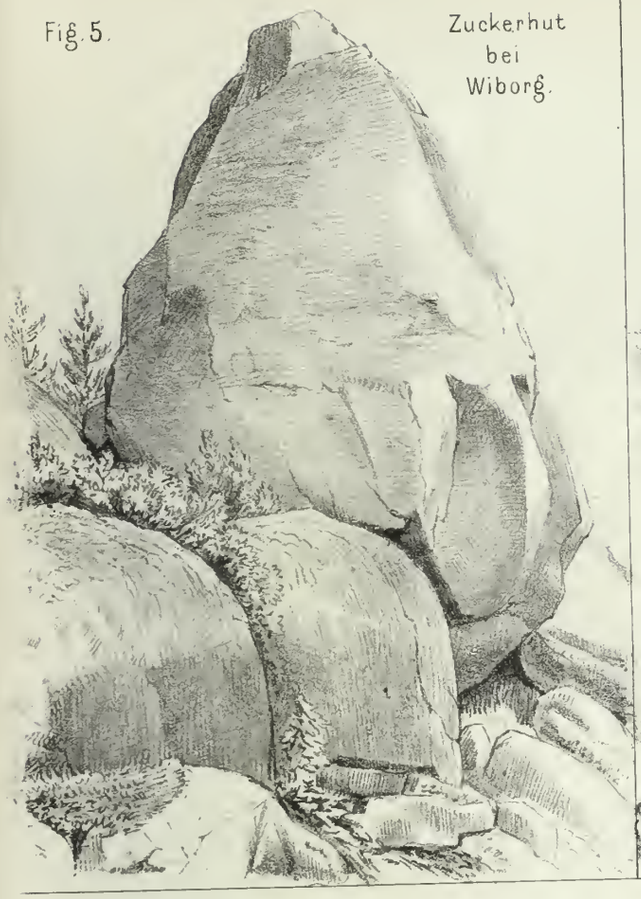


Fig. 30. Durchbruch im Diluvium am Wuoxen.

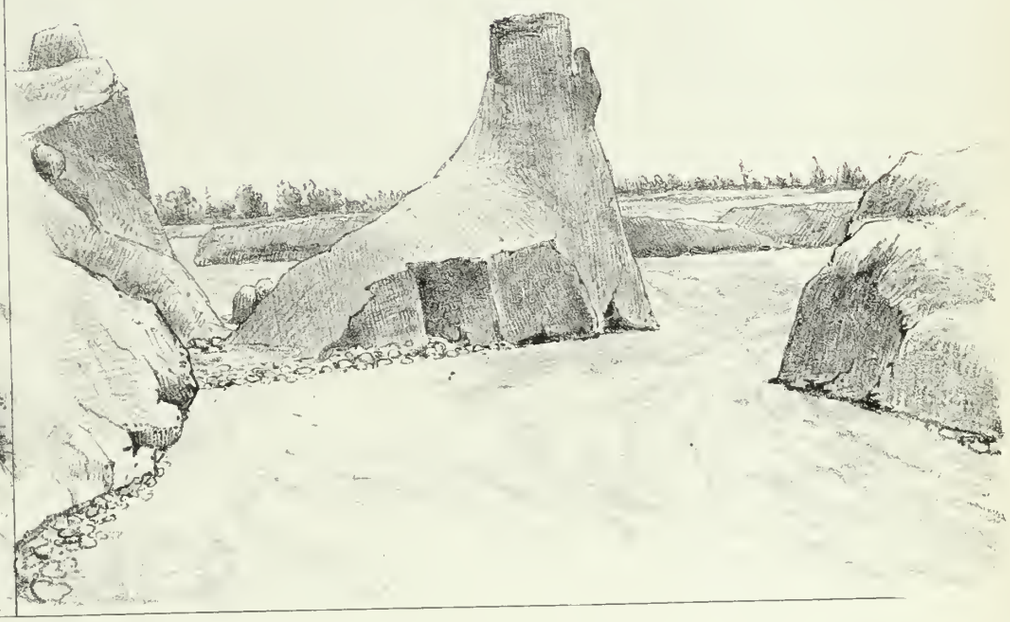
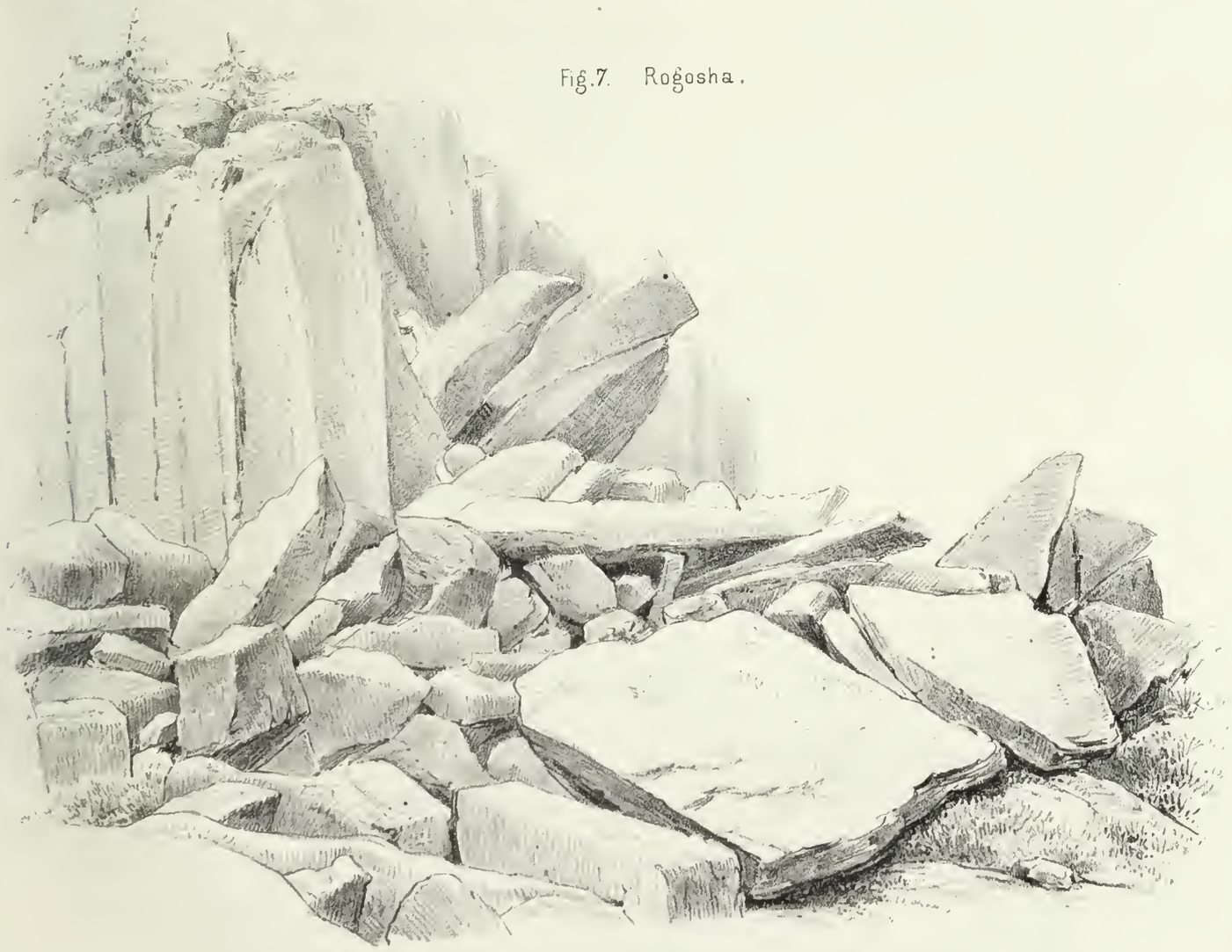


Fig. 7. Rogosha.



Lith. Anst. v. H. Bruce in St. Petersburg.

Fig. 8.
Dioritpfeiler
am
Ladmosee.

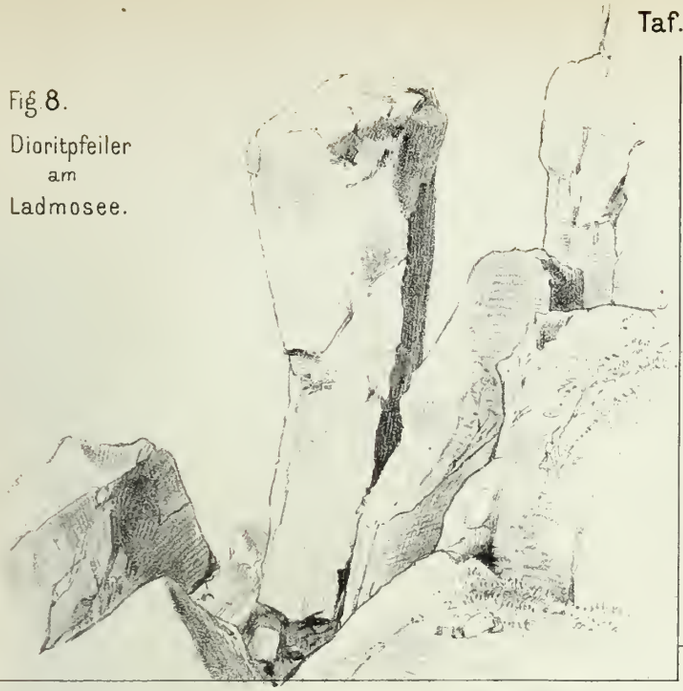


Fig. 8a
Dioritblöcke an der Swätucha.

Fig. 9.

Block bei Kansola.

Fig. 8b

Lambasrutschei.

Fig. 10.
Johannessteine bei Hitola.

Lith. Anst. v. H. Bruce in St. Petersburg

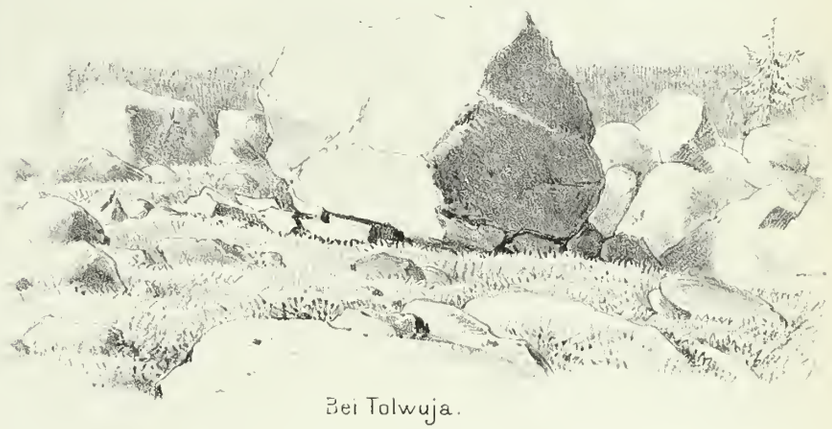
Fig. 11.

Bogatyr bei Fomina.

Fig. 12.

Block am Ilmensee.

Fig. 13.



Bei Tolwuja.

Fig. 14. Dioritblock bei Kusaranda.

Fig. 15.

Block bei Käppeselga.

Fig. 19.

Insel Iwanzow im Onega.

Fig. 16.

Block bei Jewgary.

Fig. 18. Blöcke am Ladoga.

Lith. Anst. v. H. Bianchi in St. Petersburg.

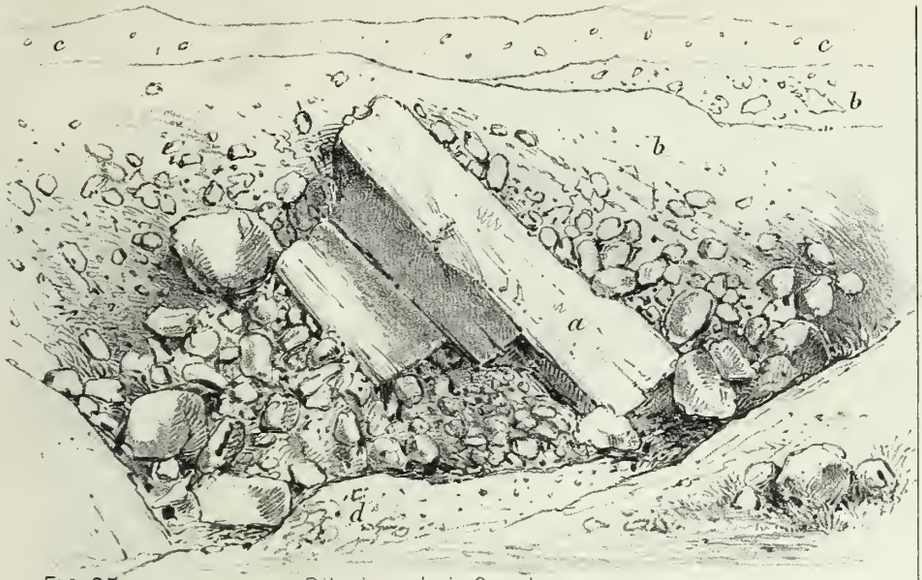


Fig. 25. Diluvium bei Orscha.

Fig. 26. Diluvium bei Mohilew.

Rother Lehm mit Wanderblöcken

Wechsel von Schichten reinen Quarzsandes und thonigen, dunkler gefärbten Sandes. In diesen Schichten die Grus-lage a, und in Eisenocker verwandeltes Holz b, dessen Jahresringe noch zu erkennen, und Umbra.

Fig. 27.

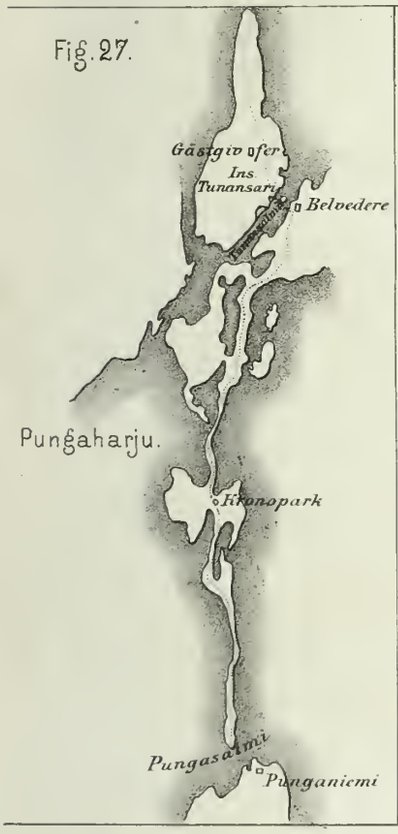
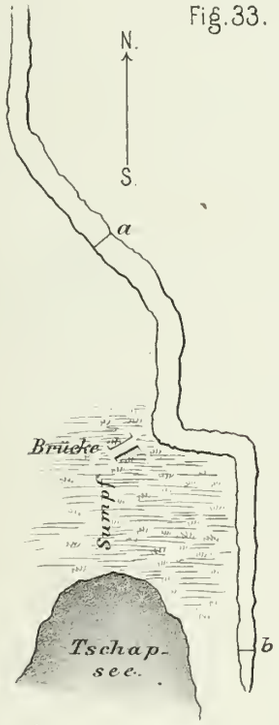


Fig. 33.



Ås bei Mänselga.

Fig. 28.

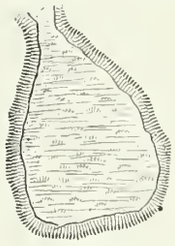
Fig. 29.

Profile am Pungaharju.

Fig. 32.

Ås am Kosmosee.

Fig. 34.



Einsturz im Diluvio bei Sopochi.

Fig. 35. Ås bei Lowisa.

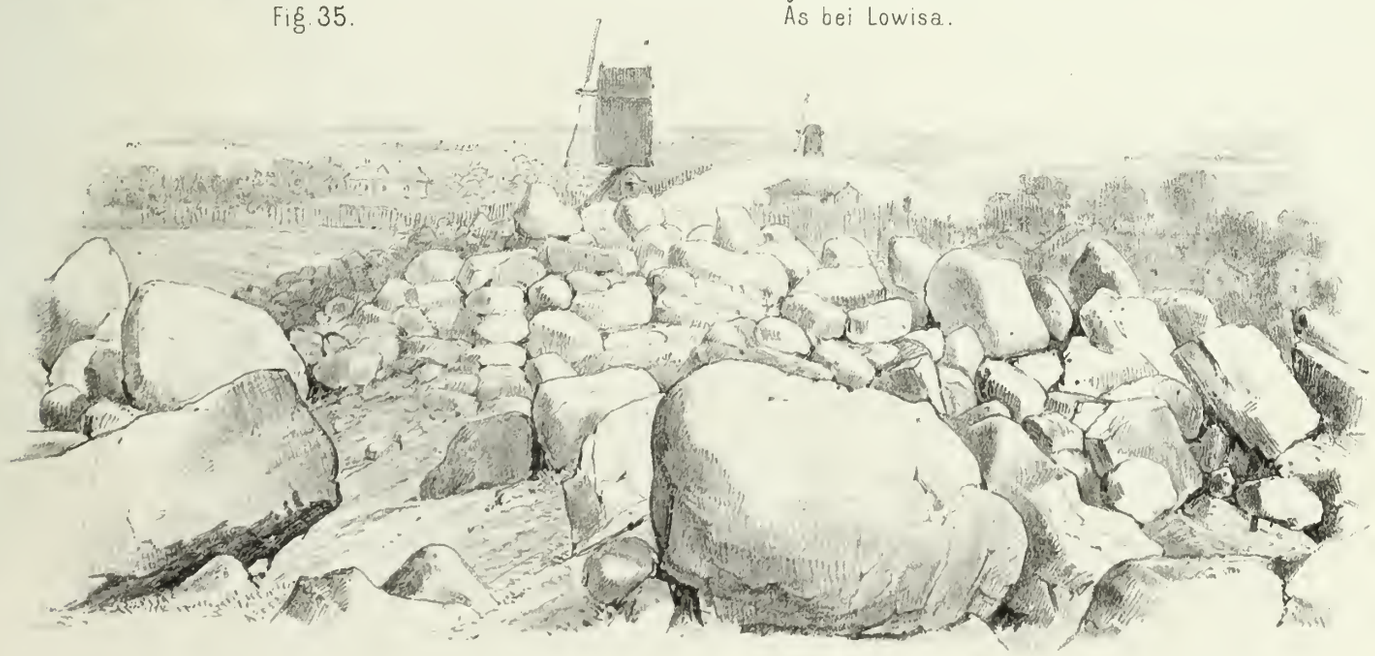


Fig. 17. Blöcke bei Wiborg.

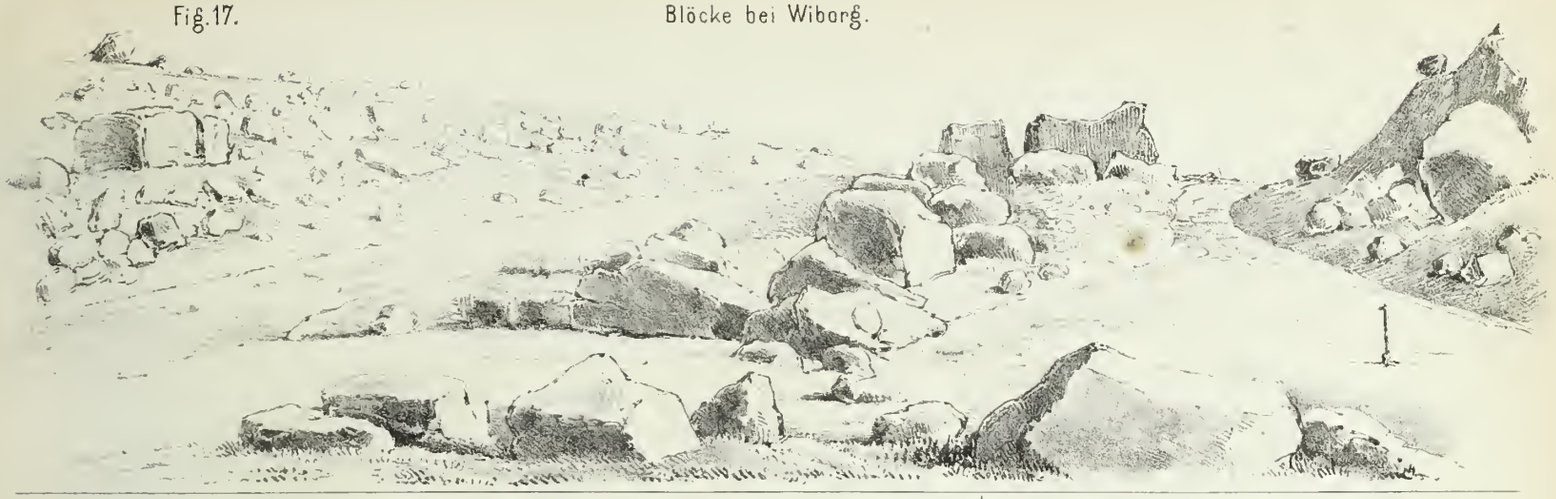


Fig. 20. Thal der Msta.

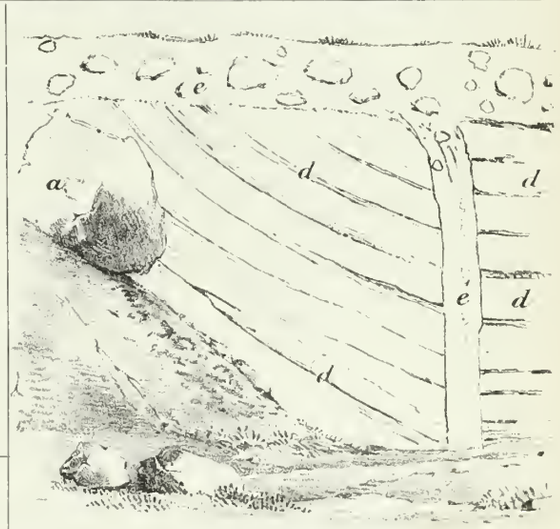
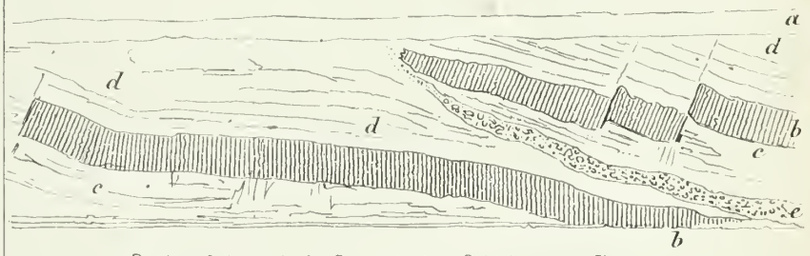


Fig. 21. Diluvium in einem Felsspalt an der Pulkowka.

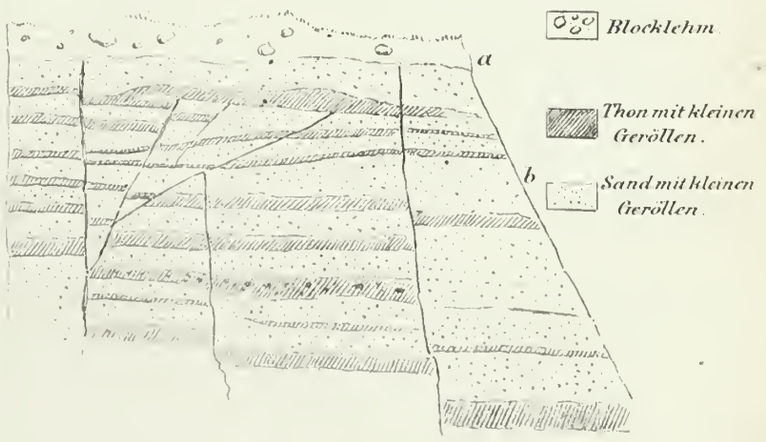
Fig. 22. Der Glint bei Fall.

Fig. 23.



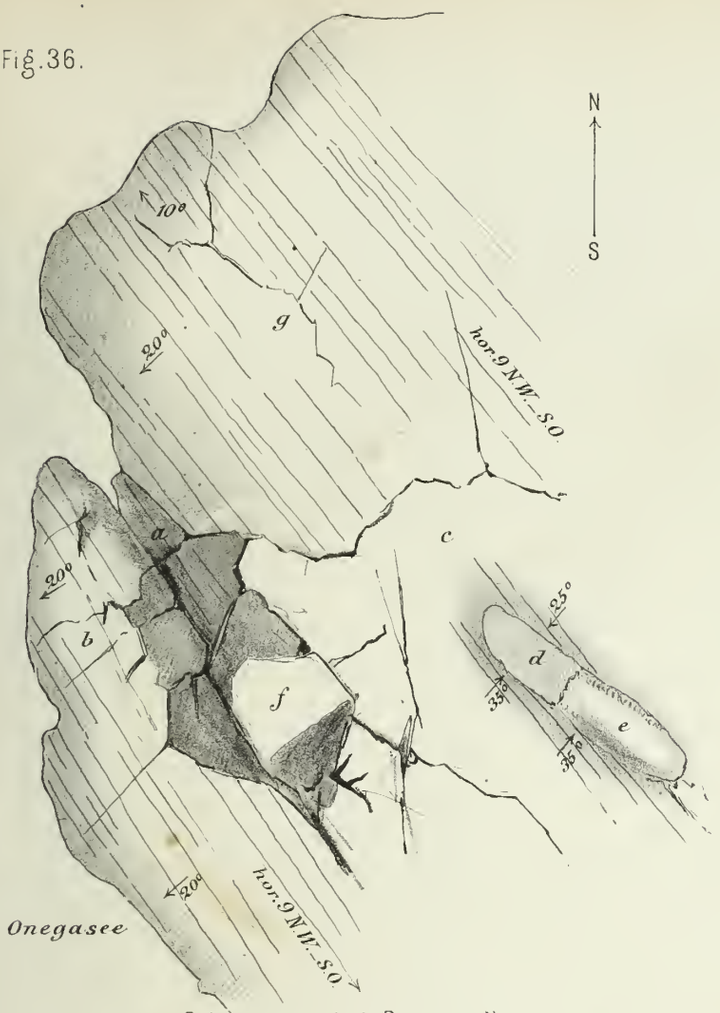
Reibungsbreccie in Devonischen Schichten am Ilmensee.

Fig. 24.



Diluvium bei Newel.

Fig. 36.



Schrammen bei Bessow Noss.

Fig. 37. Schrammen bei Unoska.

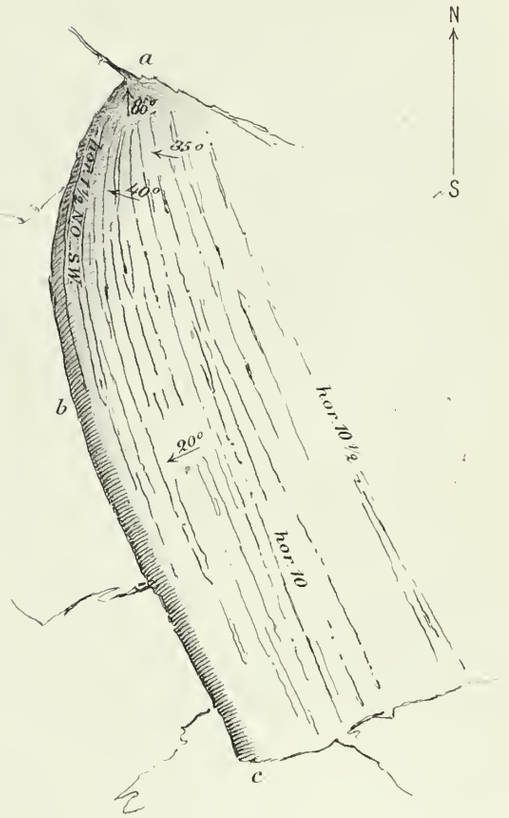


Fig. 38. Schrammen auf Rekala.

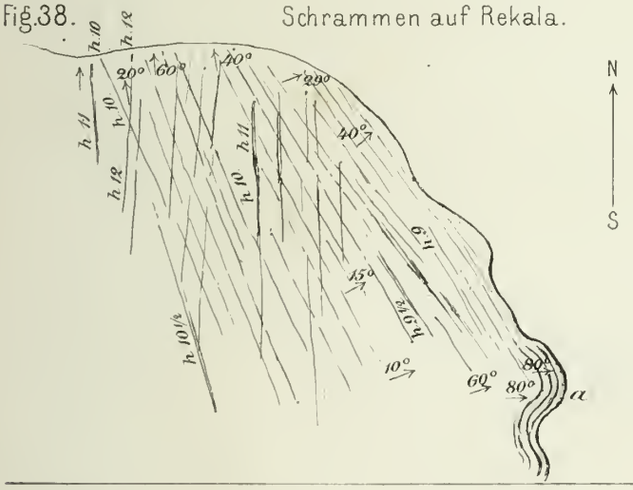


Fig. 43. Schrammen bei der Insel Klimezkoi.

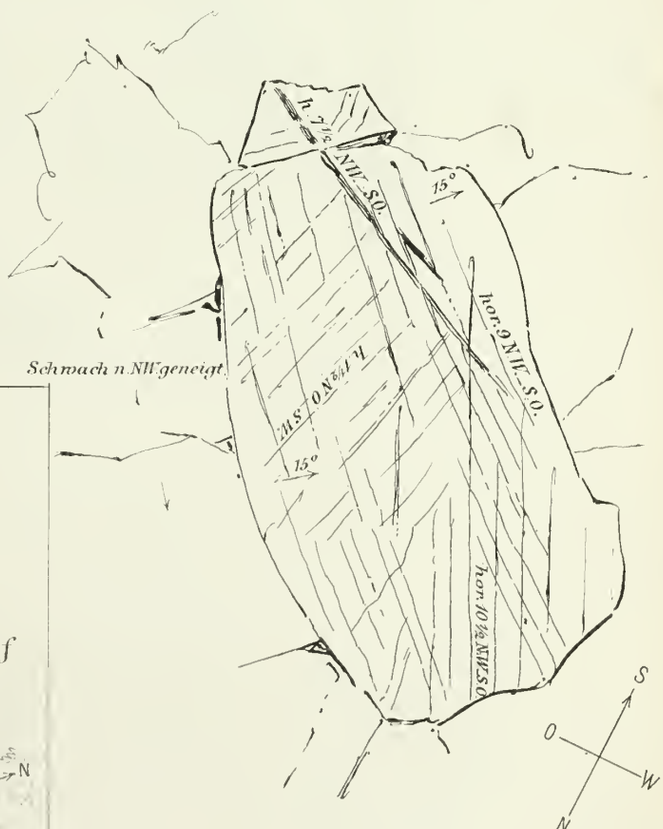


Fig. 40. Schrammen nördlich von Helsingfors.

Lith. Anst. v. H. Bruese in St. Petersburg.

Fig. 39. Schrammen bei Helsingfors.

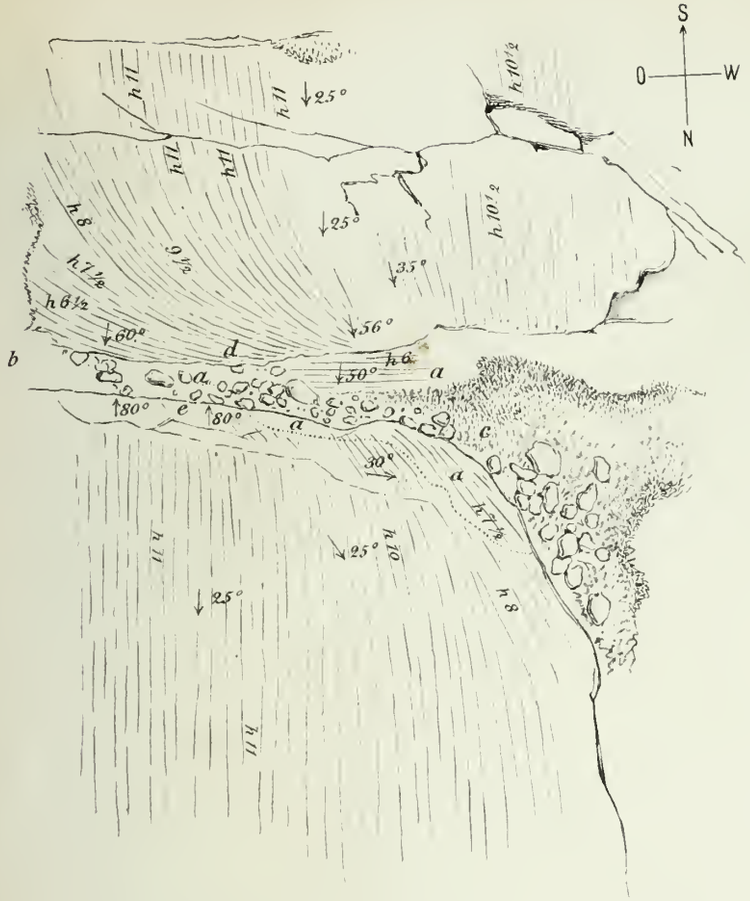
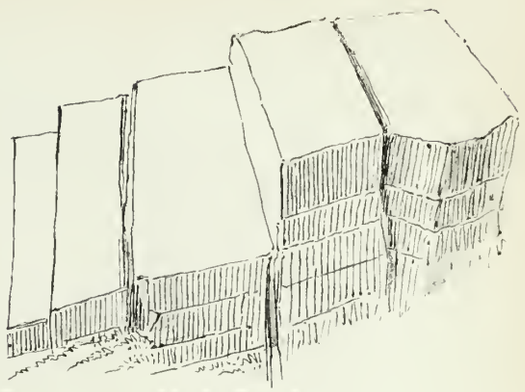


Fig. A Quarzit bei Schokscha.



Thal der Prikscha.

Fig. B.

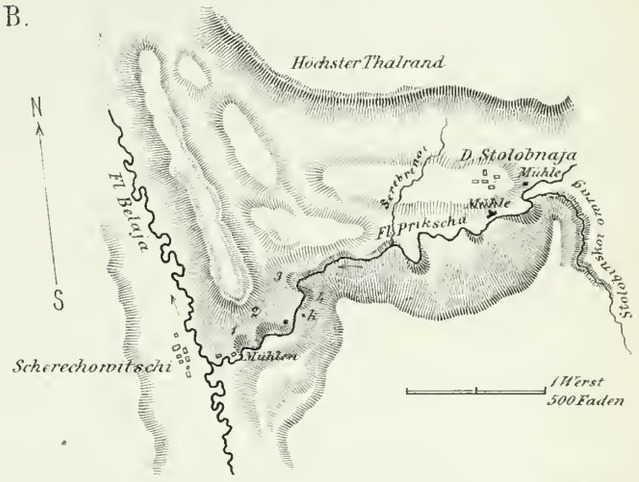
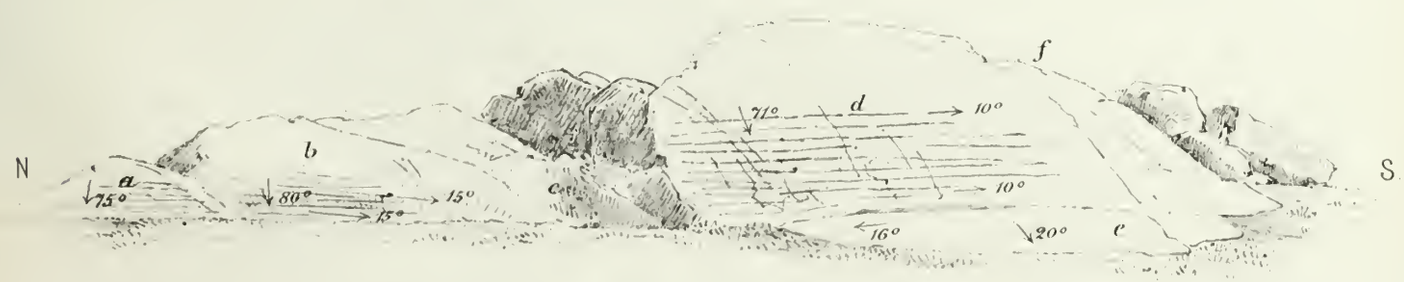


Fig. 41. Schrammen bei Hié Njemi auf Rekala.

Fig. 42. Schrammen auf dem Kutorgafels.



Lith. Inst. v. H. Bruce in St. Petersburg.

Fig. 44.

Geschrammter Fels auf Pusonsari.

Fig. 45. Die Schäre Solomenskoi.

Fig. 46. Felsen bei Tiwdia.

Fig. 47. Felsen am Cap Düvenjemi auf der Insel Lytschnoi.

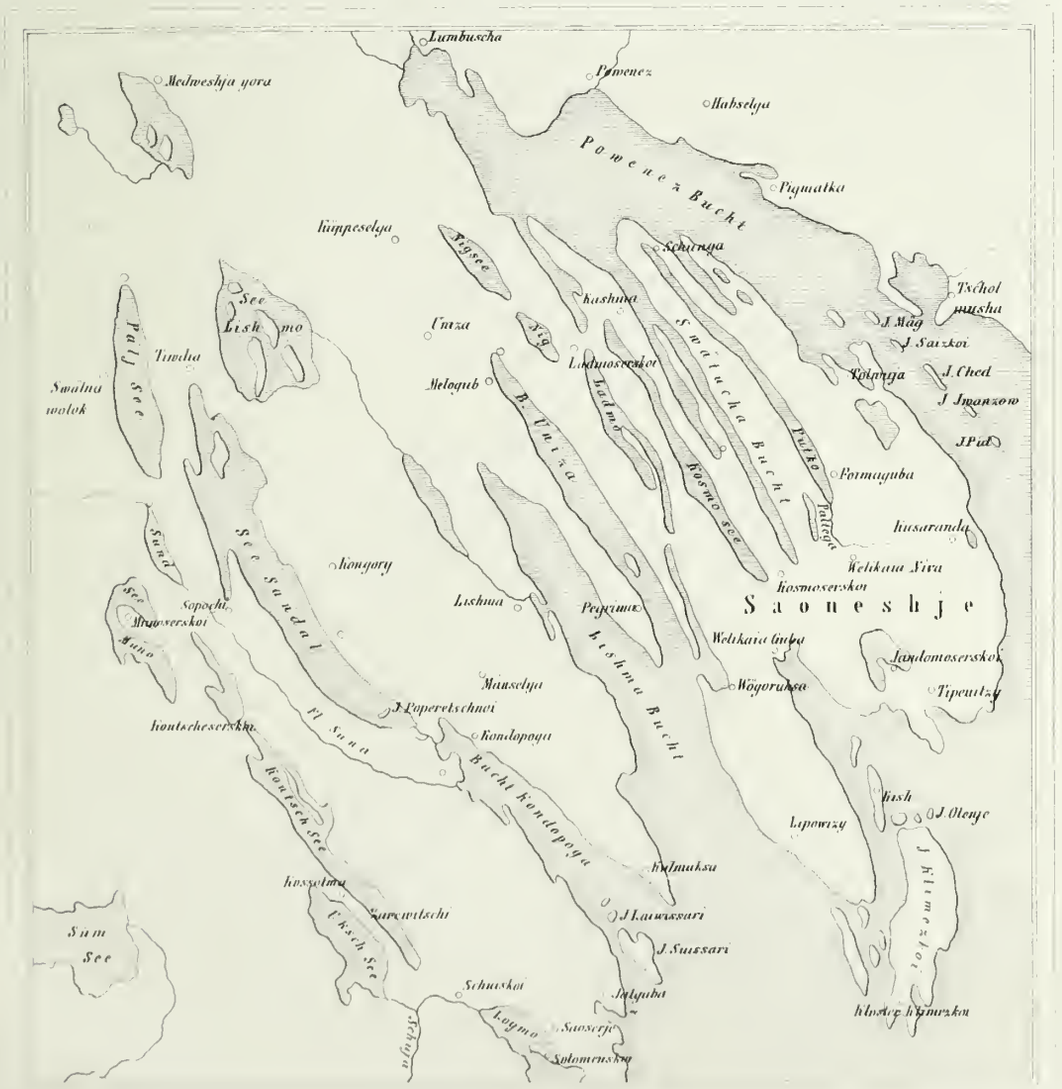
Lith. Anst. v. H. Bremer in St. Petersburg.

Fig. 49.

Vom Eise gehobene und an das Ufer gebrachte Granitblöcke bei Reval: 2ten Februar 1869.
Ansicht von der Landseite.

Karte der Saoneshje.

Fig. 48.



UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 046097843